

S O N O R U M

DOCTRINA RATIONALIS ET EXPERIMENTALIS,

EX NEWTONI, OPTIMORUMQUE PHYSICORUM
SCRIPTIS,

METHODO ELEMENTARIA CONGESTA.

CUI PRÆMITTITUR DISQUISITIO

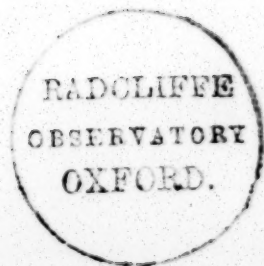
DE AERE ET MODIFICATIONIBUS ATMOSPHERÆ.

AUCTORE GUILIELMO HALES, A. M.
COLLEGII S. TRINITATIS DUBLIN. SOCIO.

D U B L I N I I.

IMPENSIS GUIL. HALLHEAD,
IN VICO, VULGO DICTO, DAME-STREET.

MDCCLXXVIII.



TUTORUM NUPER, NUNC AMICORUM
PRÆSTANTISSIMO,

JOHANNI FORSAYETH, D. D.

COLLEGII S. TRINITATIS, DUBLIN: SOCIO SENIORI,
LINGUARUMQUE ORIENTALIUM PROFESSORI,

OB ANIMUM ERGA SE PLUSQUAM FERME PATERNUM,

HASCE STUDIORUM PRIMITIAS,

D. D. D.

GUILIELMUS HALES.

————— Tibi nunc, hortante Camœna,
Excutienda damus præcordia ; quantaque nostræ
Pats tua sit, *Cornute*, animæ, tibi (dulcis amice)
Ostendisse juvat. Pulsa, dignoscere cautus
Quid solidum crepet, et pictæ tectoria linguæ.
His ego centenas ausim deposcere voces :
Ut quantum mihi te sinuoso in pectore fixi,
Voce traham pura : totumque hoc verba resignent,
Quod latet arcana non enarrabile fibra.

PERSIUS.

CORRIGENDA.

Pag. 27. l. 16. leg. lineola.—P. 30. l. 5. leg. densitatis.—P. 31. l. 5. leg. nonam.—P. 51. l. 4 a fine. leg. habeantur.—P. 52. l. 13. leg. n'ayant.—P. 57. l. 14. leg. descensus.—P. 65. l. 16. leg. phonocampticus.—P. 67. l. 6. leg. frustratur.—P. 84. l. 8. a fine. leg. espèce.—P. 93. l. 1. dele prius gradu.—P. 98. l. 6. a fine. leg. depressio.—P. 109. l. 8. leg. cum uno digito.—P. 128. l. 12. leg. cum 8 digitis.—P. 147. l. 6. a fine. leg. 48.

De A E R E.

§. 1. **S**ONORUM vehiculum esse aerem omnes agnoscunt
Phyfici, disquisitioni igitur de Sonis instituendæ
necessarium videtur ut præmittantur aliqua de Aeris natura et
affectionibus.

2. **AER** est fluidum sui generis, compressibile et elasticum, ade-
oque et densitatis variabilis capax, nunquam vero in morem
aquæ congelatæ durescit, sive, ad statum fixum per se revo-
cari nequit.

3. **AERIS** elater seu *παλινθονία*, est vis illa expansilis quæ
particulæ aeris vi qualibet in arctum constrictæ, pressioni re-
luctando volumen suum pristinum attingere, vel etiam ex-
cedere (contra naturam corporum solidorum elasticorum, quæ
pressione sublatâ in pristinum tantum volumen redire solent,) conantur. Estque vis elastica ejusdem aeris vi comprimenti, ob reactionem actioni æqualem et contrariam, semper æqualis.

NITITUR Aeris elater quaquaverfum, constringatur enim
aer in vase quodam, et aperto ubivis orificio, aerem conclu-
sum exspirare notabis secundum quamlibet aperturæ plagam.

4. **SUNT**, qui elasticitatem aeris ex particulis, spiraliū
ad instar intortis, solvere suscipiunt. Et hanc quidem sen-
tentiam tuetur *Richard, Histoire naturelle De L'Air et Des*
A *Meteores*

Meteores. Paris 3^{to}. 1770. *Vol.* 2. *p.* 17 et 21. Alii, inter quos Philosophiæ experimentalis instaurator egregius *Pascal*, ex particularum expansione ad instar lanæ. *Traites de l'Equilibre des Liqueurs et de la pesanteur de la Masse de l'Air. Paris*, 1698, *p.* 49. *Eulerus*, *Daniel Bernoulli*, alique *Cartesium* secuti, ex vi centrifuga materiæ subtilis quæ in bullulis aereis motu circulari gyratur et eas continuo expandere conatur, elasticitatis aeris causam repetunt. Vid. *Comment. Acad. Petropol. Tom.* 2 *p.* 347, et *Bernoulli Hydrodynamique Sec.* 10. *Newtonus* autem, quem in hac quæstione potissimum sequimur, stupendam aeris expansionem, sese in volumen millies millionesies et ultra explicantem, harum hypothesew ope solvi non posse ratus, suspicatur aerem ex particulis subtilissimis se mutuo fugantibus constare, atque vim ejus elasticam, ex viribus centrifugis particularum quæ sint reciproce proportionales distantiiis centrorum suorum, deducit. Demonstrat enim, quod si fluidi ex particulis se mutuo fugantibus compositi (modo singulæ particulæ proximas tantum repellant, in particulas vero remotiores virtutem nullam exerçant) densitas sit ut compressio, vires centrifugæ particularum erunt reciproce proportionales distantiiis centrorum suorum, et vice versa. *Princip. Lib.* 2 *prop.* 23. Sed experimentis constat, aeris compressi densitatem esse compressioni proportionalem, vel accurate vel quamproxime, seu quod perinde est, aeris volumen reciproce ut vis comprimens; vi enim dupla comprimente in spatium dimidiatum, pressione tripla in spatium subtripulum cogi solet. Ergo, vires centrifugæ particularum erunt reciproce proportionales distantiiis centrorum suorum.

CORPORIBUS

CORPORIBUS vim istiusmodi repellentem actu inesse, luculenter constat, ex generatione aeris et vaporum per fermentationem aut distillationem mira vi expansili pollentium, ex emissione lucis a corpore solis, ex reflexione et inflexione radiorum lucis, atque aliis Naturæ phænomenis quamplurimis. Vide *Newton. Optic. pag. 370 et seqq.*

AEREM pro ratione ponderis comprimentis densari, primi detexerunt Nobilissimus *Robertus Boyle* et discipulus suus *Ricardus Townley*. Vide *Boyllii defensionem contra Franciscum Linum. Edit. Genev. An. 1677. p. 42.*

5. HINC pro densitate aeris variabitur vis ejus elastica. Nam elater vi comprimenti æquipollet per § 3. hæc autem per præced. est ut densitas. Ergo, &c. Atque rem ita se habere non modo apud nos et in locis demissioribus, sed ubivis regionum elevationumque, confirmat experientia. (*Annot. A.*)

6. PARTICULÆ aeris sese non contingunt sed certis intervallis ab invicem disjunguntur, per § 4. adeoque major minorve aeris densitas ex hisce intervallis diminutis vel auctis orietur. Statuit *Newtonus*, diametrum particulæ esse ad intervallum mediocre inter centra particularum, in ratione 1 ad 9 vel 10 circiter, et ad intervallum inter particulas, ut 1 ad 8 vel 9. *Princip. Lib. 2. prop. 50. Schol.*

7. PORRO, compressionis legem intra certos limites concludi compertum est. Notarunt *Boyle* et *Muschenbroek* aerem nostrum in volumen subquadruplum circiter coactum non amplius legem

gem condensationis fervare, sed ægre, et in ratione longe minore quam pro ingruente pressione ulterius constringi. Ex particularam soliditate penetrationem partium respuente sequitur, quod si in corpus unum solidum absque interstitiis cogi possent, ulteriori condensationi non esset locus; sed ut particulæ aeræ ad contactum revocentur, vix aut ne vix quidem vires quantælibet humanæ præstare valent.

Quousque aer constringi potest nondum compertum est. *Boyle* nuda pressione vi preli facta, aerem nostrum in $\frac{1}{3}$ voluminis partem redegit. *Hales* in $\frac{1}{37}$, *Halley* in $\frac{1}{60}$. et *Richmann* in $\frac{1}{125}$. *Idem* quoque, ope aquæ in bomba congelascentis, in trecentesimam voluminis partem redegit. Vide. *Nov. Comment. Petrop. An. 1749. p. 162 et 170.* *Hales* pari methodo aerem in spatium 155^{ies} minus constipavit. *Hæmast. Append.* Atq, sic duplo fere densiorem aqua aerem exhibuit, quæ utique 800^{ies} vel 900^{ies} tantummodo aerem nostrum densitate superat. Hinc facile constat particulas aeris tantæ condensationis capacis, a particulis aquæ condensationem respuentis indole sua prorsus differre.

8. Uti aer pressione densatur, ita pressione sublatâ rarefcit. Sic vesica flaccida tumet in vacuo; aere vacuum ingrediente, detumescit. Constat autem, propter vim expansilem perpetuo languescentem pro recessu partium ab invicem, dari limites dilatationis. Quousque vero aer sibi libere commissus expandi possit adhuc in incerto est. *Senguerdus* crassum instituens experimentum notavit aerem modo expandi in molem 64^{ies} majorem. Longe accuratius periculum a se factum prodidit *Mariott in Tractatu de aere.* Cujus ope probat hunc
fè

se in volumen 4000^{ies} majus explicuisse. Parem quoque expansionem detexit *Boyle*, asseritq, aerem vel 10,000^{ies} rariorem evadere posse. “ Sed facillime stupenda aeris expansio videri potest, si attendamus ad ejus bullulas, quas exhibet in superficie aquæ inclusæ recipienti, ex quo educitur aer machinâ Boylianâ; hæ quippe ad fundum vasis primo prodeunt minores quam grana sabuli; per aquam ascendendo crescunt; exituræ ex superficie aquæ in vacuum recipiens, subito intumescunt; aquam, instar veli elevant in hæmiphærii formam, cujus diameter est quidem admodum diversa, tamen sæpe æqualis sesquipollici; adeoque, rupto hoc velo aqueo ipsas coercente, ad minimum in sphæram diametri sesquipollicis se expandunt. Ponamus nunc diametrum sphæræ minimæ quæ ad fundum vasis primo in conspectum prodit esse crassitie capilli humani æqualem, sive $\frac{1}{60}$ pollicis partem, erit diameter hujus sphæræ ad eam quæ rumpitur in superficie aquæ, veluti 1 ad 900: verum multo minor aeris bulla fuit antequam in conspectum prodiret; si eam, intra aquæ particulas in statu sibi naturali hærentem, diametrum quadruplo minorem habere statuamus, proculdubio eam longe majorem vera ponemus, adeoque diameter aeræ particulæ intra aquæ interstitia hospitantis, erit ad diametrum ejusdem in vacuo se explicantis, velut 1 ad 3600. Sunt vero sphæræ inter se ut cubi diametrorum, adeoque magnitudo aeræ particulæ in primo statu erit ad eam in secundo statu, veluti 1 ad 46656000000. Quod licet stupendum videri possit voluminis incrementum, nihilominus id adhuc ipso actu esse potest

potest in immensum majus, quippe quum in superficie aquæ conspicitur sphaera ejusmodi aerea, coercetur adhuc a gravitate, et ab attractione partium aquæ, tum a residuo aeris quod in antliâ Boylianâ simpliciter evacuatâ, nullo alio adhibito artificio, manet. Si igitur et omnis hic aer sublatus foret, quantum non amplius rarefceret exitura ex aquæ superficie aerea particula? Optime hoc experimentum conspici potest si tepida adhibeatur, ignis enim aeris expansionem juvat. Qui hoc simplicissimum vulgatissimumque experimentum sollicite examinat, non poterit non fabricam particulæ aeræ admirari, quæ integra manet moles siue fuerit decies millies millionesies major siue minor! Præter aerem vix novimus corpus quod duplo majus volumen acquirit et integrum manet, exceptis forsitan vaporibus fluidorum ebullientium."

"QUAMOBREM divina potentia clarissime in quacunque aeris particula emicat, quam adeo expansilem creavit ut fabricam nullo modo vel acutissimus assequatur Philosophus, sed ejus acies in rimando et explorando prorsus hebescat! ecquis enim arenulam vulgarem in sphaeram magnitudine suum caput æquantem explicari posse superstitie cohærentiâ, intellexerit? non secus tamen particula aerea expanditur. Discant proinde qui ex fortuito atomorum brutorum concursu corpora producta statuerunt, aeream particulam ita creatam non esse, nec illum inertium atomorum esse cumulum. Expansilis virtus aliud quid hic latere indicat—ea, infinitam potentiam et sapientiam productricem spirat, quæ infinitis passibus humanum intellectum post se relinquit cum illa præstiterit quæ alter nequaquam

quaquam assequitur quomodo fieri possint." *Muschenbroek Ad-
ditamentum in Tentamina Florentina circa pressionem Aeris*, p. 37.

9. CÆTERUM atmosphæra terrestris præter aerem verum in se quoque vapores humidos et exhalationes particularum subtilissimarum corporum aridorum calore elicitos, cæteraque corpuscula hæterogenea, complectitur. (*Annot. B.*) Hi autem cum sint ut plurimum alterius elateris et alterius toni, densitatem et elasticitatem aeris veri haud parum perturbant. Exhalationes quasdam deprehendit *Hales* eodem elatere ac aer verus spatio 6 annorum vigentes; tales vero rarius. *Hæmaft. Append. p. 320.* Ex fermento autem seu pastâ cieri possunt vapores qui vi duplâ comprimente in spatium vel subquadrum constipari possunt. *S'Gravesande* vaporem aqueum detexit qui sese in volumen 15000 grandius explicuit, cujus tamen vis elastica tercenties tantum imminuta est. *Institut. Philos. § 655.*

10. CORPORA omnia tam solida quam fluida calore dilatantur ac frigore constringuntur, (*Annot. C.*) omnium vero maxime aer. Sic vesica exiguum aeris portionem complectens, admoto igne, primo distenditur, et tandem ingenti fragore disrumpitur; igne autem subducto antequam disrumpatur, flaccet. Dilatationes vero et contractiones aeris calore et frigore agitati, apud diversas regiones metiri aggressi sunt Physici. *In Anglia* deprehendit *Hauksbee* aeris volumina a termino glaciei incipientis ad summum calorem æstivum usque, esse in ratione 6 ad 7. *Physico Mechanical Experiments. Idemque ex observa-*

observationibus suis alio tempore institutis, statuit, maximam, mediocrem et minimam aeris expansiones ex summo calore æstivo, temperie atmosphæræ media, et acerrimo frigore hyberno, oriundas, numeris 144, 135, 126, respectively, designari. Atque satis congruunt hæc cum experimentis consimilibus in *Hollandia* institutis. Apud *Petropolim* reperit *Bernoulli* volumina aeris urgentibus aquâ ebulliente, summo calore æstivo, et summo frigore hyberno, esse ut 6, 4 et 3 respectively. Invenit *Desaguliers* aerem eo calore agitatam qui ferrum ad rubedinem deducit expandi tantum in volumen triplo majus. *Robins* notavit aerem tormento bellico frigido contentum inter displodendum in volumen quadruplo majus sese explicuisse. *New Principles of Gunnery*. Comperit *Muschenbroek* rationem voluminum aeris a statu glaciei usque ad aquæ ebullientis calorem deducti, esse 2 ad 3, accurate. Verum Phialâ in qua experimentum fiebat intrinsecus humefactâ, aeris expansionem in aqua ebulliente decies sexies increvisse. Cum igitur ab humore calefacto multo plus rarescit aer quam si siccus fuerit, in hisce experimentis sæpe discrimen idque non exiguum obtinebit. Atque hoc majus evadet in vehementiore calore a quo aqua in vapores elasticissimos deducitur.

11. HINC constat elasticitatem aeris calore magnopere intendi. Porro, elasticitatem aeris ad calorem aquæ ebullientis redacti metiri conatus est *Amontons*. Reperit aerem in hoc statu sustentasse columnam mercurii 8, 286 digit. altam, Barometro 29 digitorum elevationem indicante, unde prodiit vis elastica aeris ad pondus atmosphæricum in ratione ferme
10 ad

10 ad 33. Alio tempore prodiit 10 ad 35, variante nimirum vi pro aeris temperie. *Hist. de l' Acad.* 1708. Longe autem majorem vaporis aquei elasticitatem deprehendit *Muschenbroek*, comparatione instituta inter vires vaporis et pulveris pyrii. Sumptis enim duabus phialis vitreis crassitudine et magnitudine æqualibus, alteram pulvere pyrio implevit, alteri infudit aquæ guttam, tumque sigillavit; deinde, cum utramque igni imposuisset, diffiliit parvo fragore ea quæ pulverem pyrium continebat, at cum ingenti impetu displosa est ea quæ aquam concluserat, atque ignem quaquaversum disjecit. Expertus autem est vim hujus vaporis tantam esse ut vas metallicum crassis ferramentis roboratum disjecerit. *Additamentum in Experimenta Florent.* Contra, vapores atmosphæram permeantes, ni valde incalescant, aeris elaterem minuunt et obtundunt. Vide *De Luc.* § 715. Denique, ex dictis concludere licet, elaterem aeris atmosphærici pro variabili densitate, calore, aut vaporum exhalationumque copia vel defectu, permultum variari.

12. Si atmosphæra terrestris, mixturis heterogeneis vacuus nil præter aerem verum contineret, atque per omnes ejus partes æque densa foret ac apud nos, facile explorari posset ejus altitudo. Nam magnitudines, ideoque et altitudines columnarum cylindricarum ejusdem baseos, mercurii scilicet: in Barometro et aeris ad summitatem atmosphære assurgentis, ob pondera æqualia, erunt in ratione ponderum specificorum reciproce. Sed cum pondera specifica aquæ pluvialis (quæ limpidissima haberi solet,) et argenti vivi sint ad invicem ut 1

B

ad

ad $13\frac{2}{3}$ circiter, et ubi mercurius in Barometro attingit altitudinem digitorum *Anglicorum* 30, pondus specificum aeris et aquæ pluvialis sint ad invicem ut 1 ad 870 circiter: erunt pondera specifica aeris et argenti vivi ut 1 ad 11890. Proinde ubi altitudo mercurii sit 30 digitorum, altitudo aeris uniformis cujus pondus aerem nostrum subiectum comprimere posset, erit 356700 digitorum, seu pedum *Anglicorum* 29725, id est milliarium *Anglicorum* $5\frac{3}{5}\frac{3}{2}\frac{2}{8}\frac{5}{0}$. Vide *Newtoni Princip. Lib. 2. prop. 50. Schol.*

Ex observationibus suis Barometricis statuit *De Luc*, § 789. pondera specifica aeris et mercurii esse in ratione 1 ad 11232, ubi mercurius in Barometro attingit altitudinem 27 digitorum *Parisiensium*, seu $28\frac{1}{16}$ digitorum *Anglicorum**. Proinde in hoc casu erit altitudo atmosphæræ homogeneæ 322218 digitorum *Anglicorum*, seu milliarium $5\frac{4}{5}\frac{5}{2}\frac{5}{0}$. (*Annot. D.*)

13. At longe major prodit vera altitudo atmosphæræ, quæ utique assurgendo rarefcit, ob decrementum ponderis incumbentis. (*Annot. E.*) Et quidem phænomena grandinis tempore æstivo, auroræ borealis, et crepusculorum, evincunt vapores et exhalationes ad magnas altitudines aereas assurgere. Vide *De Luc*. § 714.

Ex crepusculorum duratione contenderunt nonnulli radios solares reflecti ad nos a regionibus aeris 40 vel 50 mill. altis. Vide *Keil. Astron. Lect. 20.* Horum autem computum ad-

* Pes *Anglicus* est ad pedem *Parisiensem* in ratione 144 ad 153. *De Luc* § 264. seu ut 16 ad 17.

struitur hypothefi, radios solares unicâ tantum reflectione ab acreis particulis ad nos transmitti poffe: hoc vero falſum, conſtat enim quod radii ſolares poſt binas reflectiones affatim ad nos tranſmittuntur. Vid. *Rowning Phil. Nat. Vol. 2. p. 237.*

14. ETSI limitem atmofphæræ ſuperiorem, five altitudinem in qua aer maxime rareſceret, explorare non licet, tamen definire poſſumus aeris raritates ad quaſlibet ſupra ſuperficiem altitudines, ope regulæ a viro Cl. *Edmundo Halley* inventæ; ſcilicet, Quod ſi altitudines aeris creſcant in progreſſione arithmetica, decreſcent denſitates, ſeu creſcent raritates in progreſſione geometrica.

“ NAM cum ſpatia quibus continetur aer ſint ponderibus comprimantibus reciproce proportionalia, denſitates vero cujuſvis corporis ſint in ratione reciproca ſpatiorum quæ corpus iſtud occupat; erit aeris denſitas in quavis atmofphæræ regione, ponderi omnis aeris incumbentis proportionalis. Porro, ſi atmofphæræ totius altitudo in partes æquales innumeras diſtributa concipiatur, cum denſitas aeris in quavis prædictarum partium incluſi ſit ut ejuſdem quantitas, et pondus atmofphæræ ſit item ut quantitas aeris univerſi incumbentis; patet quantitatem aeris univerſi incumbentis eſſe ubique ut quantitas aeris in ſubjecta parte incluſi, quæ differentiam conſtituit inter binas quaſque proximas aeris univerſi incumbentis quantitates. Eſt autem theorema geometricum; Quarum magnitudinum differentiæ ſint ipsis magnitudinibus geometricè proportionales, eſſe eas magnitudines in progreſſione geometricâ continuâ. Unde, ſi ſecundum hypothefin, aeris altitudo,

tudo (æqualibus partibus adjiciendis in quas divisa est,) continua proportionem arithmetica excrescat, ejusdem densitas minuetur, sive quod perinde est, aeris raritas augebitur in continua proportionem geometrica." *Jurin, Appendix ad Varenii Geographiam* p. 20. Vide *Halleii Dissert. Phil. Trans.* 1685, No, 181, et *Cotes, Lect. Pneum.* 9. ubi demonstrantur hæc, posito quod gravitas particularum aeris in omnibus a terra distantibus sit eadem. Et hoc quidem a vero haud multum abludet in omni distantia quæ observationi nostræ subjicitur. Sin requiratur correctio pro gravitate in ratione duplicata distantiarum auctarum revera decrescente, adeat lector, *Cotes. Lect. Pneum.* 14.

QUONIAM igitur altitudines terminos progressionis arithmeticae designant, raritates autem terminos geometricae, erit altitudo ubique ut logarithmus raritatis. (Cum logarithmi sint series numerorum in progressionem arithmetica e regione numerorum in progressionem geometrica.) Adeoque, comperta aeris raritate in data quadam altitudine, inveniri potest raritas in altitudine quaesita, analogiam sic instituendo; Ut altitudo data (in quâ utique innotescit aeris raritas,) ad altitudinem quaesitam, ita logarithmus raritatis datae ad logarithmum quaesitae. Innotescet vero raritas aeris in data quadam altitudine, loco scilicet editiore seu monte, notando depressionem mercurii in Barometro ibidem erecto. Quoniam enim altitudo mercurii variabitur pro pondere adeoque et densitate atmosphaeræ variabili, decrementum altitudinis seu depressio mercurii decrementum densitatis indicabit. Huic affinis est
methodus

methodus metiendi altitudines montium ope Barometri, de quâ Vide *Annot. F.*

HINC calculum ineundo constat, quod in distantia 7 milli-
arium aer quadruplo rarior evaderet quam ad superficiem terræ,
in distantia 14 milliarium 16^{ies} rarior, 21 milliarium 64^{ies} ,
28 milliarium 256^{ies} , 35 milliarium 1024^{ies} , 70 milliarium
 $1,000,000^{\text{ies}}$, 140 milliarium $1,000,000,000,000^{\text{ies}}$, 210 mil-
liarium $1,000,000,000,000,000,000^{\text{ies}}$ rarior quam apud nos
evadere debet aer, modo dilatationis tam ingentis sit capax.

NE igitur miretur lector assertionem *Newtoni p. 512. Principiorum.* " Quod aer si ascendatur a superficie terræ ad altitu-
dinem semidiametri unius terrestris, rarior sit quam apud nos
in ratione *longe majori* quam spatii omnis infra orbem saturni
ad globum diametro digiti unius descriptum." Cum, calculum
superiorem continuando, constaret, quod globus aeris nostri di-
gitum unum latus, eâ cum raritate quam haberet in altitudine
500 milliarium (octavæ tantum partis unius semidiametri
terrestris,) impleret omnes planetarum regiones usque ad vel
ultra sphaeram saturni.

15. CÆTERUM densitates aeris per regulam *Halleianam* in di-
versis altitudinibus detegendæ, densitates veras in his locis
non accurate indicabunt, propter calorem variabilem, qui vari-
ationem densitatis in diversis atmosphæræ regionibus, eodem
tempore, inducet: magis enim incalescit aer in superficie, ac in
regionibus atmosphæræ demissioribus, minus, in regionibus
altioribus; adeoque rarior juxta superficiem, densior, si af-
cendatur, evadere debet quam exigeret ponderum comprimen-
tium ratio.

AEREM

AEREM magis incalescere juxta superficiem ex eo constat, quod sol acrius aget in aerem densiorem, acrius item retorquebitur calor ex terra ipsa corporibusque densioribus proximis: contra, in regionibus altioribus liberis, aer, utpote tenuior, minus incalescet actione solis; minus item incalescet in vicinia jugorum excelsorum, reflexione languida radiorum solarium, qui a declivitatibus jugisque divergendo recurrunt. Præterea, vapores exhalationesque qui regiones inferiores atmosphæræ maxime frequentant, calorem longe majorem concipiunt quam aer verus, adeoque regionum inferiorum calorem haud parum adaugebunt. Vide *Bouguer, Voyage au Perou pour determiner la figure de la Terre* p. 1j. (præstantissimum opus), et *De Luc, Recherches &c.* § 678. Confirmat item experientia, quod ubique terrarum calor aeris relativus altius ascendendo notabiliter imminui solet. *Vide Annot. G.*

16. REFRAGARI videntur observationes *Cassini* adjutorumque ejus. Hi enim, cum ad producendam observatorii *Parisensis* lineam meridianam, plurium montium altitudines magna diligentia essent dimensi, eorumque in singulorum jugis Barometri altitudinem adnotassent, inventas ea ratione aeris raritates, cum iis quæ modo exposuimus, nullatenus convenire deprehenderunt, sed multo majores fuisse quam quæ ex prædicta proportionem ponderum comprimementum, atque ex diminuto calore, debuerint proficisci. *Vide Hist. de l'Acad.* 1703 et 1705. *Jurin Append. ad Varenii Geograph.* et *De Luc.* § 280 et seqq. Porro, Quamvis Barometrum certissimum

num menfuratorem densitatum aeris relativarum in jugis nec non et in mediis regionibus montium *Peruvianorum*, 1000 hexap. ad minimum supra maris libellam elevatis, sæpe experti sunt *Bouguer* ejusque comites; tamen in radicibus istorum montium, atque in locis supra mare parum elevatis, densitates aeris altitudinibus Barometri non amplius respondere notabat, idque non solum in montibus intra *Zonam Torridam* obtigisse, cum et in montibus *Europeis* discrimina adhuc majora deprehendebant Physici. Hinc statuit *Bouguer*, aerem superiorem esse natura sua magis elasticum quam inferior. *Memoires De l'Acad.* 1753.

AT *De Luc* in hisce versatissimus, aerem ubique terrarum, et in omni atmosphæræ regione, ejusdem esse indolis, ejusdem elateris affirmat; falli autem *Bouguer* cæterosque physicos antegressos, tum, ex instrumentorum vitio, quippe qui in Barometris suis non adhibuere mercurium a particulis aereis igne purgatum; unde aer disseminatus per substantiam mercurii, calore elicitus, vis suæ expansilis nisu, ascensui mercurii in tubo adversaretur: tum, ex eo quod caloris variabilis rationem perspectam non habuere; at pro ingruente calore necesse foret ut mercurius non purgatus minorem altitudinem in tubo attingat quam debuit, itemque, quod ad temperaturam fixam caloris non revocarunt observationes suas. Veritatis autem observationum a *Bouguer* in montium jugis factarum, miræque convenientiæ inter observationes *hujus* atque *Condamine* et *Godin*, causam repetit *De Luc*, ex constanti et æquabili temperie aeris in regionibus mediis et summis montium *Peruvianorum*, ubi observationes instituebantur. *Vid. De Luc.* § 326, § 765, & *Seqq.* et § 832. Atque *Annot. D.* § 3. *huj.*

17. NULLA pressione utcunque arcta vel diutina, speciem solidi ut induat, cogi potest aer. Tradit *Du Hamel, Hist. Acad. Lib. 4. § 6. Cap. 1.* comperisse *Robertal*, aerem densissimum sclopo pneumatico annorum 16 spatio conclusum, liquidum etiamnum evasisse, et de vi sua elastica ne minimo quidem gradu remisisse. Nec frigore acerrimo, tam naturali quam artificiali, ad instar aquæ congelatæ durescit aer.

18. LICET aer simpliciter, sive per se, ad statum fixum revocari nequit, tamen omnia corpora, sive solida sive fluida, aerem intra poros suos in statu fixo et non elastico quasi torpentem, concludunt; unde fermentatione, distillatione, aut putredine elicitus, viribus immanibus quandoque prorumpit. Deprehendit *Hales* aerem ex pomis extractum, spatium 48^{ies} amplius quam ipsorum pomorum volumina implevisse. *Ligni* autem *quercei* cubus unum digitum latus, aerem in volumen 216 digitorum cubicorum sese explicantem emisit.

AEREM aquâ affatim contineri constat. Hujus, pars elastica fit, et sublata pressione atmosphæræ, educitur: Vid. § 8. altera autem, in statu non elastico hærens, non nisi igne applicato eruitur. Vide *De Luc* § 999. Hinc facile intelligi potest cur corpora quæ acriter sapiunt, scil, *piper*, *gingiber*, *spiritus vini*, *sales*, &c. in verticibus excelsorum montium, qualis est *Pic de Teneriff*, vapida ferme deveniunt. Nam levatâ pressione atmosphæræ, effugiunt particulæ volatiles intra corpora latitantes, et (secundum *Richard*,) non datur pressio quæ hisce linguæ incutiendis sufficiat. In illis verticibus, *vinum Canariense*
solum

solum ex omnibus saporem suum servasse compertum est. Tribuunt autem hoc qualitati oleacæ et tenaci liquoris, qui idcirco particulas volatiles non nisi ægre dimisit, palatoque fortius impegit. *Vide Richard, Tom 2, p. 56. Et Encycloped. Paris. Fol.*

19. UTI aer ex corporibus generatur, ita corpora plurima aerem hauriunt et absorbent. Utrum porro per talem generationem et resorptionem aeris, crescat necne moles atmosphææ, ambigitur. Suspiciatur *Priestly*, vir multifariam eruditus, atmosphæram terrestrem rerum primordiis originem suam duxisse ex montibus ardentibus, quorum indicia per omnes ferme terras scatent; atque molem atmosphææ indies magis augeri horum incendiis, ignibus, putredine substantiarum animalium et vegetabilium, quam resorptione diminui. *Vide Experiments on Air, Vol. I. p. 263, &c.*

20. TRADITIS jam aeris affectionibus ad genesin motumque pulsuum, ex quibus conflatur sonus, pertinentibus; pulsuum genesin et propagationem exponere, nec non et methodum analyseos generalem qua *Newtonus* velocitatem pulsuum invenit, explorare libet: modo mentem celeberrimi autoris capere possimus in parte *Principiorum*, quam difficillimam perhibent viri præclari *Encyclopediæ Parisiensis Editores*.
 “ Le célèbre *M. Newton* a donné à la fin du *second livre de ses Principes*, une théorie très-ingénieuse & très-savante des vibrations de l’air, & par conséquent de la vitesse du son.
 “ Cet endroit des *Principes* de *M. Newton* est peut être le

“ plus difficile & le plus obscur de tout l'ouvrage. *M.*
 “ *Jean Bernoulli le fils*, dans son *Discours sur la propagation*
 “ *de la lumiere*, qui a remporté le prix de l'Académie des
 “ Sciences en 1736, dit qu'il n'oseroit se flater d'entendre cet
 “ endroit des *Principes*.” Ne igitur offendatur Lector, si diffi-
 cillimam partem difficillimi operis patefacere et illustrare ausi,
 hallucinari deprehendamus. Bene adumbravit *Dan. Bernoulli*,
Traite sur le flux et reflux de la mer, sagacissimum *Newtoni*
 ingenium. “ Ce grand Homme voyoit a travers d'un voile,
 cè qu'un autre ne distingue qu'à peine avec un Microscope !

De PULSIBUS.

De P U L S I B U S.

21. **P**ULSUS sunt condensationes aeris singulis vibrationibus partium corporis tremuli, motu uniformi, successive propagatæ undique in directum. A *Newtono* appellantur *pulsus*, ob motum suum progressivum quo *feriunt* obstacula.

22. PULSUS propagari seu promoveri concipiamus per successivas condensationes et rarefactiones aeris. Nam partes corporis tremuli vicibus alternis per spatia brevissima citissime eundo et redeundo, itu suo urgebunt et propellent partes aeris sibi proximas, et urgendo comprimunt easdem et condensabunt; dein reditu suo sinunt partes compressas recedere et sese expandere. Igitur partes aeris corpori tremulo proximæ ibunt et redibunt per vices ad instar partium corporis illius tremuli: et qua ratione partes corporis hujus agitabant hæc aeris partes, hæc similibus tremoribus agitatæ agitabunt partes sibi proximas, eæque similiter agitatæ agitabunt ultiores, et sic deinceps in infinitum. Et quemadmodum partes aeris primæ eundo condensantur et redeundo relaxantur, sic partes reliquæ quoties eunt condensabuntur et quoties redeunt sese expandent. Et propterea non omnes simul ibunt et simul redibunt (sic enim determinatas ab invicem

distantias fervando, non rarefierent et condensarentur per vices) sed accedendo ad invicem ubi condensantur, et recedendo ab invicem ubi rarefiunt, aliquæ earum ibunt dum aliquæ redeunt; idque vicibus alternis in infinitum. Et quoniam per seriem particularum ab invicem æquidistantium (posito scilicet: quod aer sit ejusdem elateris et densitatis uniformis) successive transfertur condensatio, liquet quod motu uniformi recta perget.

ET quanquam corporis tremuli partes eant et redeant secundum plagam aliquam certam et determinatam, tamen pulsus inde per aerem propagati non tantum in directum progredientur secundum istam plagam, verum insuper (pro fluidi indole) eadem fere celeritate sese dilatabunt ad latera versus aerem hinc inde quiescentem, qui hoc pacto rarior semper evadens e regione intervallorum, (in quæ utique incurrit) et densior e regione pulsuum, participabit eorundem motum: adeoque pulsus a corpore illo tremulo tanquam centro communi, secundum superficies propemodum sphericas et concentricas, undique propagabuntur. Cujus rei exemplum aliquod habemus in undis, quæ si digito tremulo excitentur, non solum pergent hinc inde secundum plagam motus digiti, sed in modum circulorum concentricorum digitum statim cingent et undique propagabuntur. Nam gravitas undarum supplet locum vis elasticæ. (*Annot. H.*) Vide motum pulsuum egregie expositum, *Martin. Philos. Britannic. Vol. 2, p. 224, Annot.*

23. PULSUS eundo non solum per spatia libera transmittentur, verum insuper, in spatia pone obstaculum divaricabunt,
vel

vel per foramen in obstaculo interposito propagabuntur, ad instar undulationum aquæ.

24. DENSITAS ejusdem pulsus eundo minuitur in duplicatâ ratione distantiarum auctarum. Successive enim propagatur per superficies sphæricas concentricas aeris magnitudine crescentes, sed decrescunt densitates pro ratione superficierum crescentium, hæ autem in duplicata ratione radiorum augentur.

25. DENSITATES diversorum pulsuum evadent majores vel minores, pro vibrationibus partium corporis tremuli intensioribus vel remissioribus; nam tremores intensiores, magis, remissiores, minus, condensabunt partes aeris corpori proximas, adeoque et remotiores.

26. LATITUDO pulsus, est spatium quod percurrit pulsus tempore vibrationis integræ partium aeris, ex itu scilicet: et reditu compositæ. Idem quoque apud *Newtonum* significant, *Longitudo pulsus, distantia pulsuum*.

27. PULSIBUS per aerem propagatis, singulæ aeris particulæ, motu reciproco brevissimo euntes et redeuntes, accelerantur semper & retardantur viribus quæ sunt ut distantia a medio vibrationum loco, hoc est, pro lege penduli in cycloide oscillantis. *Prop. 47. (Vide Appendicem)*.

Quo viam huic propositioni demonstrandæ præsternat *Newtonus*, fingit aerem tali motu a causa quacunque cieri, ut tempus totum vibrationis integræ cujusvis particulæ exponatur per circumferentiam circuli, cujus diameter sit æqualis spatio isti perbreui per quod particula singulis suis vibrationibus motu reciproco it & redit; atque ut partes totius temporis exponantur per arcus istius circuli, quorum utique sagittæ capiuntur æquales partibus totius spatii perbrevis in hisce temporis partibus percursis: tum ista particula eundo accelerari et retardari debet, itemque redeundo, in ratione distantiarum a medio vibrationis loco: et proinde singulæ particulæ, quæ motibus similibus successive agitantur.

IN demonstratione ipsa ita ratiocinari videtur. Posito quod partium vibrantium contractiones in itu, dilatationes in reditu evadant maximæ in medio vibrationum loco, et quod expansiones partium mediocres incidant in loca extrema vibrationum; investigat *Newtonus* rationem expansionis cujusvis lineolæ physicæ aeris, punctive physici inter terminos ejus interjecti, in quovis vibrationis loco eundo, itemque redeundo, ad expansionem ejus mediocrem; hinc enim, ob vires elasticas reciproce ut expansiones, innotescit ratio vis elasticæ puncti hujus physici in isto loco, ad vim ejus elasticam mediocrem. Et eodem argumento colligit rationem virium elasticarum punctorum extremorum ejusdem lineolæ physicæ in isto loco, ad vim elasticam mediocrem; adeoque et rationem differentię virium elasticarum punctorum extremorum ad vim elasticam mediocrem. Sed differentia illa (id est, excessus vis elasticæ unius ex punctis extremis, supra vim elasticam alterius)

terius) est vis acceleratrix interjectæ lineolæ physicæ in isto loco. Erit autem hæc vis ad vim elasticam mediocrem, in ratione quæ (neglectis quantitibus quibusdam quam minimis, et aliarum loco proportionalibus substitutis) prodit ea distantia a medio vibrationis loco ad radium circuli, cujus peripheria æquatur latitudini pulsuum; datis igitur consequentibus utriusque rationis, erunt antecedentes inter se proportionales, scilicet; vis acceleratrix lineolæ physicæ in isto loco erit ut distantia ejus a medio vibrationis loco. Cæterum per *prop. 38 Lib. 1. Principiorum*, constat, quod si vis centripeta sit distantia locorum a centro proportionalis, erunt tempora, spatia, et velocitates cadentium, arcubus, arcuumque; sinibus rectis, et sinibus versis circuli hac distantia tanquam radio descripti, respective proportionalia. Proinde, partes temporis totius vibrationis recte exponuntur per arcus prædictos, et medii data pars linearis, seu lincela physica, lege præscripta movetur, id est, lege oscillantis penduli: atque par est ratio partium omnium linearium ex quibus medium totum componitur. *Vid. Annot. I.*

28 HINC vibrationes partium aeris sive intensiores sive remissiores evadent isochronæ, nam oscillationum penduli in cycloide moventis ut cunque inæqualium æqualia erunt tempora. *Princip. Lib. 1. prop. 51. vel Cotes, De motu pendulorum in Cycloide. Theorem. 3.*

29. HINC quoque patet, quod numerus pulsuum propagatorum idem sit cum numero vibrationum corporis tremuli, neque multiplicatur in eorum progressu. Nam lincela quælibet
physica,

physica, quam primum ad locum suum primum redierit, quiescet; neque deinceps movebitur, nisi vel ab impetu corporis tremuli, vel ab impetu pulsuum qui a corpore tremulo propagantur, motu novo cieatur. Quiescet igitur quam primum pulsus a corpore tremulo propagari desinunt. *Cor. Prop. 47.* Ita quoque *Eulerus, Acad. Berlin An. 1759. p. 186 &c.*

“ L’air étant brusquement agité en quelque endroit, le parti-
 “ cules d’air qui en sont assez éloignées, n’en ressentent
 “ d’abord rien : ce n’est qu’ après un certain tems, qu’ elles
 “ sont ébranlées, & depuis elles sont rétablies dans un parfait
 “ équilibre. Concevons donc une particule quelconque éloig-
 “ née du lieu où se fait l’impulsion, et après un certain tems
 “ elle recoive l’agitation pendant un moment—avant l’agi-
 “ tation qui arrive à cette particule, & après, elle se trouve
 “ dans un aussi parfait repos, que s’il n’y avoit eu jamais
 “ d’agitation.”

30. MANENTIBUS Aeris nostri densitate et elasticitate, pulsus omnes sive intensiores sive remissiores, sunt æquivaloces. *Prop. 48.*

CAS. I. Sint latitudines pulsuum correspondentium, intensioris scil; et remissioris, æquales. Quoniam partes æquales et analogæ pulsuum correspondentium eundo et redeundo moventur velocitatibus, et idcirco viribus quæ sunt ut spatia singulis vibrationibus suis percursa, omnes harum vibrationes simul peragentur § 27 et § 28. Et propterea pulsus correspondentes, latitudines suas, ex hypothesi æquales, simul peragent; § 26. adeoq; æquali cum velocitate progredientur.

CAS.

CAS. 2. Sin latitudines pulsuum correspondentium sint inæquales, ponamus quod partes correspondentes eundo et redeundo spatia latitudinibus pulsuum proportionalia describant. Erunt tempora itus et reditus unius partium correspondentium, in ratione composita ex ratione subduplicatâ massarum aeris movendarum, et ratione subduplicata spatiorum singulis vicibus eundo et redeundo descriptorum: *Per. Cor. 5. Prop. 24. Lib. 2. Princip.* atque ideo (cum massa sit ut pulsuum latitudo, adeoque ut spatium) in ratione integrâ horum spatiorum, et idcirco latitudinum pulsuum. Constat igitur quod pulsus spatia temporibus proportionalia percurrunt, et propterea sunt æquveloces.

✍ CASUS prior pertinere videtur ad pulsus a tremoribus isochronis ejusdem corporis excitatos, posterior ad pulsus a tremoribus eterochronis diversorum corporum oriundos. Sed judicet lector eruditus.

31. VARIANTIBUS aeris vel densitate vel elasticitate, velocitas pulsuum augebitur in ratione subduplicata vis elasticæ auctæ, et in ratione subduplicata densitatis diminutæ. *Prop. 48 Cas. 3.*

NAM tempora itus et reditus &c. erunt in ratione composita ex ratione subduplicata massarum aeris movendarum directe et ratione subduplicata virium motricum inverse, per *Cor. 5 Prop. 24.* (substitutis scil; viribus motricibus pro ponderibus,) sive, ob massam et vim motricem densitati et elasticitati aeris respective proportionales, in ratione composita ex subduplicata ratione densitatis directe et subduplicata ratione vis elasticæ

D

inverse.

inverſe. Sed latitudines pulſuum correfpondentium ſunt vel æquales vel proportionales, et propterea velocitates pulſuum erunt reciproce ut tempora quibus percurruntur, ſive ut tempora itus et reditus, &c. hoc eſt, in ratione compoſita ex ſubduplicata ratione denſitati aeris inverſe et ſubduplicata ratione vi elatiæ directæ.

32. DATIS aeris denſitate et vi elatiæ, invenire velocitatem pulſuum. *Prop. 50. Schol.*

CONSTITUI intelligatur pendulum, cujus longitudo ſit altitudo atmofphæræ uniformis cujus pondus aerem noſtrum ſubjectum comprimere poſſet, et quo tempore pendulum illud oſcillationem integram ex itu et reditu compoſitam abſolvit, eodem pulſus eundo conficiet ſpatium circumferentiæ circuli radio iſta altitudine deſcripti æquale. (Vide *Annot. K.*) Sed altitudo iſta eſt 29725 pedum, § 12. adeoq; circuli radio 29725 pedum deſcripti circumferentia eſt pedum 186768. Et cum pendulum digitos $39\frac{1}{2}$ longum, oſcillationem ex itu et reditu compoſitam tempore minutorum duorum ſecundorum, uti notum eſt, abſolvat; pendulum pedes 29725 ſeu digitos 356700 longum oſcillationem conſimilem tempore minuto-rem ſecundorum $190\frac{3}{4}$ abſolvere debet. (Nam tempora oſcillationum ſunt in ſubduplicata ratione longitudinum pendulorum) Eo igitur tempore pulſus progrediendo conficiet pedes 186768, ideoque tempore unius minuti ſecundi, $\frac{186768}{190\frac{3}{4}}$ ſeu pedes 979.

33. CÆTERUM ob crassitudinem particularum aeris, per quam utique propagatur sonus in instanti, pedibus 979, quos pulsus tempore minuti unius secundi juxta calculum superiorem conficiet, addere licet pedes $9\frac{7}{9}$ seu 109 circiter, cum hæ particulæ novam fere partem totius spatii occupant: uti invenit *Newtonus* computo inito ex cognitis ponderibus specificis aeris, aquæ, et salium, itemque ex hypothesi quod particulæ primitivæ aeris sint ejusdem circiter densitatis cum particulis vel aquæ vel salium; *Vid. Princip. Lib. 3. prop. 6. Cor. 4. et Optic. p. 375.* et quod raritas aeris oriatur ab intervallis particularum. Spatium igitur hoc pacto auctum prodit pedum 1088 circiter.

His adde, quod vapores in aere latentes, cum sint alterius elateris et alterius toni, § 9, 10, 11. vix aut ne vix quidem participant motum aeris veri quo pulsus progantur. His autem quiescentibus, motus ille celerius propagabitur per solum aerem verum, idque in subduplicata ratione minoris materiæ, per § 31. Ut si atmosphæra constet ex decem partibus aeris veri et una parte vaporum, motus pulsuum celerior erit quam si propagaretur per undecim partes aeris veri in subduplicata ratione 11 ad 10, vel in integra circiter ratione 21 ad 20: ideoq; motus pulsuum supra inventus, in hac ratione augendus, prodit pedum 1142 tempore unius minuti secundi. (*Vide Annot. L.*)

34. Ex formulis suis algebraicis invenit *Cl. Eulerus Acad. Scient. Berlin, Anno 1765, p. 351.* velocitatem pulsuum seu sonorum eandem esse quam *Newtonus* antea definiverat.

Cur autem velocitas experimentis comperta, major quam pro calculo prodit, solvit *Eulerus* ex craffitudine particularum aeris; itemque, ex eo quod potissimum mensuratur dispoſitionibus tormentorum bellicorum, quæ vehementes aeris agitationes, quales neutiquam respicit theoria, inducere solent.

“ C’y est la même vitesse que le grand *Newton* avoit déjà trouvée; & l’on fait qu’elle est considérablement plus petite, que l’expérience ne la decouvre. Il y a grande apparence qu’il en faut chercher la raison dans les petits parcelles solides, qui voltigent dans l’air, à travers desquelles l’agitation est transmise dans un instant: si la dixième partie de tout l’espace étoit rempli de telles parcelles, le son devroit se propager de la dixième partie plus vite; ce qui mettroit d’accord la théorie avec l’expérience. Mais, quelle qu’en soit la cause, il est toujours certain que la théorie ne sauroit être révoquée en doute pour cela, surtout quand on fait attention que nous supposons les agitations extrêmement petites, pendant qu’on a fait les expériences sur le bruit des canons, qui cause sans doute dans l’air une agitation très violente, à laquelle on ne sauroit plus appliquer la theorie.”

35. Hæc ita se habere debent tempore verno et autumnali ubi aer per calorem temperatum rareſcit et ejus vis elastica nonnihil intenditur. At hyberno tempore, ubi aer per frigus condensatur, et ejus vis elastica remittitur, motus pulſuum tardior esse debet in subduplicata ratione densitatis; et vicissim æstivo tempore debet esse velocior. (*Annot. M.*)

Hauksbee

Hauksbee, ex observationibus suis *Phil. Transf. No. 315*. statuit numeros 144, 135, 126, vel numeros hisce proportionales 32, 30, 28, (uti constat dividendo per 4, 5) respective designare maximam, mediocrem, et minimam aeris expansiones a summo calore æstivo ad summum frigus hybernium usque, qualia hæc se habere solent in *Anglia*. Æstate igitur augeri potest velocitas mediocris pulsuum seu sonorum in subduplicata ratione 30 ad 32, vel in integra ratione circiter 30 ad 31, h. e. parte tricesima totius velocitatis mediocris 1142 pedum, seu 38 pedes tempore unius minuti secundi. Ac pariter hyeme diminui potest velocitas mediocris pulsuum.

Cotes. Lect. 15.

De S O N I S.

Vibranti medium transverberat ictu.

VIRGIL.

§ 36. **S**ONI sunt pulsus aeris singulis vibrationibus partium corporis tremuli propagati ad tympanum auris, unde, per aerem elasticum in reductis aurium meatibus conclusum, deferuntur ad nervos auditórios, qui tremoribus suis sonorum sensum in sensorio excitant. (*Vide Annot. N.*)

37. **AEREM** esse sonorum vehiculum, ex eo innotescit, quod in vacuo tollitur; in aere condensato intenditur; in rarefacto remittitur sonus: uti experimentis quamplurimis Antliæ Pneumaticæ, (*Annot. O.*) nec non et observationibus sonorum apud radices et vertices montium excelsorum institutis, probatur. (*Annot. P.*)

38. **SONOS** esse pulsus aeris, confirmatur ex tremoribus quos excitant in corporibus elasticis objectis, modo sint vehementes et graves, quales sunt strepitus tympanorum, clangores tubarum, fragores tormentorum, tonitru, &c. nam tremores celeriores et breviores difficilius excitantur. Porro,
sonos

sonos quosvis impactos in chordas corporibus sonoris unifonas, excitare tremores, notissimum est.

39. SONOS excitari motu tremulo partium corporis elastici, ex eo liquet, quod chorda musica flaccida plectro percussa sonitum non edit, licet oscillationes magnas absolvat; tensa autem, ictu quam minimo resonat: sin vero plus æquo tendatur, elasticitatem suam amittit, sonitumq; vix aut ne vix quidem edit. Porro, tintinnabula et chordæ musicæ quæ vel levissime ictæ sonitum diutinum efficiunt, manu confestim admotâ (atque hoc pacto, intercluso motu tremulo partium,) sonitum excitare illico cessant: constat item, quod exigua nivis copia inter ningendum in campanarum vel majorum externam superficiem illapsa, sonitum earum admodum retundit. Vide *Encycloped, Yverdon. mot. Son. et Ode Principia*, p. 290.

40. EXISTENTIA aeris in reductis meatibus aurium conclusi in dubium vocatur a nonnullis Physicis recentioribus. Qui plura velit de aurium fabrica, et de auditus ratione, consulat *Derham Physico-Theology*, aut *Nieuentyt. Philosop. Relig.*

41. SUNT, qui sonos per medium terrestri atmosphæra subtilius propagari existimant, freti experimento campanulæ in vase evacuato clare resonantis, itemq; ex eo quod duabus campanulis diversos tonos edentibus, recipienti suppositis unde educebatur aer, cessabat unius, dum alterius durabat sonitus. At experimenta forsân minus accurate instituebantur, et vasa
omni

omni aere purgari non possunt. Theoriæ vibrationum refragari item videtur, quod flamma candelæ juxta corpus magnum sonorum appositæ, non agitari deprehenditur, perinde ac a pulsibus aeris propagatis expectari posset. At ex tremoribus brevissimis per seriem particularum aeris propagatis forsan nulla agitatio sensilis cieatur. Hinc saltem liquido constat, sonos non propagari fluxu progressivo aeris instar ventorum. Vide *Ode Principia*, p. 288, et *Encycloped.* 4to. Et quidem sonos per ætherem subtilissimum ad aures deferri, suspicari videtur *Newtonus*, *Princip.* ad calcem. et *Opt.* Qu. 18 et 23. necnon et *Derhamus*. Vide § 52.

42. VETERIBUS Philosophis haud ignotam esse hanc theoriam de sonorum propagatione constat. Apud *Laertium Lib.* 7. § 158, *Zeno Citieus* auditûs rationem sic exponit. ἀκούειν δὲ, τὸ μεταξὺ τῆ τε φωνῆντος καὶ τῆ ἀκούοντος ἀέρος, πληττομένῃ σφαιροειδῶς, εἴτα κυματῶν, καὶ ταῖς ἀκοαῖς προσπίπτοντος, ὡς κυματῶται τὸ ἐν τῇ δεξαμενῇ ὕδωρ κατὰ κύκλους ὑπὸ τῆ ἐμβληθέντος λίθου. “Audire vero, (fit) eo ipso aere, qui inter loquentem audientemq; interjectus est, in orbem percussus, deinde in undas abeunte, et auribus impingente; quemadmodum undulatur aqua in cisterna secundum circulos, lapide injecto.” *Plutarchus* quoque sententias Veterum de auditu enumerans, *De Placitis Philosophorum*, *Lib.* 4, *Cap.* 16. *Diogenis* et *Platonis* sic refert. Διογένης, τὸ ἐν τῇ κεφαλῇ ἀέρος ὑπὸ τῆς φωνῆς τυπτομένῃ καὶ κινῶν. Πλάτων καὶ οἱ ἀπ’ αὐτοῦ, πλήττεσθαι τὸν ἐν τῇ κεφαλῇ ἀέρα· τῆτον δ’ ἀνακλᾶσθαι εἰς τὰ ἡγεμονικά, καὶ γίνεσθαι

τῆς ἀκοῆς τὴν αἰσθῆσιν. “ *Diogenes*, aere qui in capite continetur a voce percussio et commoto. *Plato* et qui eum sequuntur, percuti aerem in capite, eumque reflecti ad partem principem (seu sensorium,) sensumque auditus sic fieri.”

De PHÆNO-

De PHÆNOMENIS SONORUM.

43. **P**ROPAGANTUR Soni undique in directum, idque vel per spatia libera in circuitu, vel per foramen in obstaculo interposito transmissi. § 22, et 23. Experientia autem evincit, quod sonus compluribus circumstantibus quaquaversus communicatur; itemque, quod soni in cubiculum per fenestram admissi, sese in omnes cubiculi partes dilatant, inque angulis omnibus audiuntur, non tam reflexi a parietibus oppositis quam a fenestra directe propagati, quantum ex sensu judicare licet. Divaricantur quoque soni in spatia post obstacula. § 23. Confirmatur hoc ex eo quod soni, vel domo vel monte vel quovis ejusmodi obstaculo interposito, audiuntur.

PHYSICORUM suavissimus *Lucretius*, collatis inter se phænomenis lucis et sonorum, propagationem soni egregie illustrat, *Libro 4to De Rerum Natura*, v. 598, &c.

Quod superest, non est mirandum qua ratione,
Quæ loca per nequeunt oculi res cernere apertas,
Hæc loca per voces veniant aureisque laceffant.
Conloquimur clausis foribus, quod sæpe videmus.
Nimirum, quia vox per flexa foramina rerum
Incolumis transire potest; simulacra renutant:

Perfcin-

Perfcinduntur enim nifi recta foramina tranant;
Qualia funt vitri, fpecies qua travolat omnis.

Præterea partes in cunctas dividitur vox,
Ex aliis aliæ quoniam gignuntur, ubi una
Diffiluit femel in multas exorta; quafi ignis
Sæpe folet fcintilla fuos fe fpargere in igneis.
Ergo replentur loca vocibus, abdita retro,
Omnia quæ circum fuerint, fonituque cientur:
At fimulacra viis directis omnia tendunt
Ut funt miffa femel. Quapropter cernere nemo
Se fupra potis eft, at voces accipere extra.

Et fupra v. 568, &c. ejufdem libri.

Præterea edictum sæpe unum perciet aureis
Omnibus in populo emiffum præconis ab ore,
In multas igitur voces vox una repente
Diffugit, in privas quoniam fe dividit aures,
Obfignans formam verbis clarumque fonorem.

44. LANGUESCERE fonos eundo notiffimum eft. *Lucretius*
hoc egregie depingit. v. 557, &c.

Atque ubi non longum fpatium 'ft unde illa profecta
Perveniat vox quæque, neceffe 'ft verba quoque ipfa
Plane exaudiri difcernique articulatim;
Servat enim formaturam fervatque figuram.
At fi interpositum fpatium fit longius æquo,
Aera per multum confundi verba neceffe 'ft,

Et

Et conturbari vocem dum tranſvolat auras.
 Ergo fit, ſonitum ut poſſis audire neque hilum
 Internoscere verborum ſententia quæ fit,
 Uſque adeo confuſa venit vox inque pedita.

45. MINUITUR vis ſoni progredientis in duplicata ratione diſtantiarum auctarum, ob denſitatem pulſuum hac ratione decreſcentem, per § 24. *Experientiâ* quoque conſtat hoc, conferantur enim corpora duo æqualiter ſonora, quorum alterum in vaſe evacuato, alterum in aere libero conſiſtat, et quorum diſtantiæ ab auditore ſint in ſubduplicata ratione denſitatum aeris; et ſonus prioris corporis non ſuperabit ſonum poſterioris. Ex. gr. ſi aeris totius pars tantum centeſima in vaſe maneat, debet ſonus eſſe centuplo languidior, atque adeo, non magis audiri quam ſi quis ſonum eundem in aere libero audiendo, ſubinde ad decuplam diſtantiã a corpore ſonoro recederet. Conſtat autem ſonos in utroque caſu eſſe æquiſortes. Decreſcit igitur ſonus poſterioris corporis in duplicata rãtione diſtantiæ. *Principia, Lib. 2. prop. 47. Edit. primæ.*

46. SONI fortiores et intenſiores ad majores diſtantias propagantur, ob condenſationes aeris majores adeoque et pulſus in aurem acriores apud datam quamvis diſtantiã a corpore ſonoro. Limites vero ſonorum audibilium, ſeu diſtantiæ ultra quas auribus capi nequeunt ſoni, vix definiendi ſunt. Variantur enim, pro ſonorum intenſitate, pro aeris
 temperie

temperie et densitate, vaporumque latentium paucitate vel copia; pro ventis secundis et adversis, eorumque vi; pro regionis indole, aliisque forsan causis quæ penitus ignorantur. Constat equidem sonos acriores, quales sunt tormentorum bellicorum, ad loca 70, 80, 90 milliaria usq; vel ultra distantia propagari posse; idque tam apud plagas *Australes* quam apud *Boreales*. (Contra quorundam sententiam) Memorat *Derham. Phil. Transf. No. 313*. Fragores tormentorum ad *Liburnum* displotorum ad distantiam usque 60 mill. *Ital.* provolvi. *Gallis Genuam* obsidentibus, fragores tormentorum ad montem nigrum usque *Ligurno* imminemtem 90 mill. dist. transmitti. Itemq; *Messanâ* obsessâ, tormentorum fragoribus percelli aures civium *Augustæ* et *Syracusanorum* 100 fere mill. a *Messanâ* semotorum. Non desunt autem exempla sonorum longius provectorum apud plagas *Boreales*. Anno 1685, tormenta *Holmiæ* exonerata ad distantiam 30 mill. *Suevorum* seu 180 mill. *Anglicorum* audiebantur. Anno 1672, dimicantibus *Britannis Batavisque* prælio navali apud *Solebay*, tormentorum displotiones transcurrendo *Angliam*, ad *Salopiam* usque *Cambriæ* oppidum, interjectis ad minimum 200 milliariis, pertinebant, civiumq; attonitorum aures percellebant.

CONTRA, refert *Condamine, Introduction Historique, &c. p. 46*. *D. Godin*, apud montem *Pamba Marca* audire non potuisse fragores tormenti globos 9 librarum evomentis, quod disploti curaverat in summitate montis cujusdam parvi *Quito* vicini, intervallo tantum 19000 hexapedarum. Verum, observandum

servandum est, valles quasdam profundiores interpositas sonum quasi absorbuisset et hebetasse.

47. SONUS æquabili cum velocitate progreditur. § 22. Confirmatur hoc experimentis quamplurimis *Academicorum Florentinorum, Derhami et recentiorum Physicorum*. Ex experimentis *Derhami* magna diligentia et *ακριβεια* institutis unum recensere sufficiat. Elegit littus *Essexianum*, in quo arenæ maris quotidiano æstu obteclæ, multorum milliarium planitiem exhibent. Hujus sex milliaria dimensus, ad cujusque fere milliaris terminum, experimenta sclopeta explodendo, non sine summo vitæ periculo propter recursum aquarum fecit, ex quibus comperit sonum unum milliare seu pedes *Anglicos* 5280, pertransire tempore $9\frac{1}{4}$ semisecundorum, duo milliaria tempore $18\frac{1}{2}$ semisecundorum, tria milliaria tempore $27\frac{3}{4}$ semisecundorum: atque ita deinceps. Ex hoc igitur et aliis experimentis tormentorum in Agro *Blackbeathensi* disloforum intervallo 12 milliarium, collegit *Derhamus* sonum progrediendo 1142 pedes circiter absolvere tempore unius minuti secundi. De ratione horum experimentorum instituentorum vide *Annot. 2*. Porro, quantum spatium singulis minutis secundis percurrit sonus secundum diversorum Physicorum observationes, tabella sequens ex *Derhami Dissertatione loc. cit.* vel *Muschenbrock Comment. in Exper. Florent. Par. 2. p. 112.* indicabit.

					Ped. Anglic.
<i>Florentini,</i>	-	-	-	-	1185
<i>Galli Celebres,</i>	-	-	-	-	1172
<i>Robervallus,</i>	-	-	-	-	560
<i>Gassendus,</i>	-	-	-	-	1473
<i>Mersennus,</i>	-	-	-	-	1474
<i>Idem,</i>	-	-	-	-	1281
<i>Boyle,</i>	-	-	-	-	1200

Roberts,

	Ped. Angl.	Ped. Paris,
<i>Roberts,</i> - - -	1300	
<i>Newton, in prima Edit. Prin.</i>	968	
<i>Idem, Flamsteed, Halley et</i>		
<i>Derham,</i> - - -	1142 vel 1070 ^(a)	
<i>Academici in Provincia</i>		
<i>Quitensi, 175 hexaped.^(b)</i>		
vel - - -	-	1050
<i>Condamine in Infula Cay-</i>		
<i>enne, 183, 5 hexaped.^(c)</i>		
five - - -	-	1101

Harum observationum discrimina variis ex causis provenire.

1. Ex eo quod sonus e longinquo auditus raro est simplex, sed plerunque compositus ex pluribus, præcedit languidior, sequitur intensissimus, haud aliter quam si quis binas tresve notas musicas caneret more qui *Staccato* vocatur: notatum vero non fuit utrum ad priorem an ad ultimum sonum attenderint observatores. Vid. § 72. 2. Intervallum inter observatorem corpusq; sonorum sæpe brevius electum fuit quam ut tempus penduli ope accurate mensurari potuerit. 3. Facillime error in longitudinem pendulorum ad minuta secunda vel semiseconda oscillantium irrepere potuit, quod observatorem fefellit. 4. Variationes quoque densitatis et temperaturæ atmosphæræ, ventorumque secundorum vel adverforum vires variabiles, discrimina haud contemnenda inducere possent. Notandum autem est velocitatem sonorum a *Derhamo* statutam mediam ferme prodire inter observationes *Academicorum* in provincia *Quitensi*

^a Ita *Newtonus*, at secundum proportionem p. 14. *hujus*, memoratam, prodit 1074 $\frac{1}{2}$ ped. Par.

^b Vide. *Condamine Introduction Historique, &c.* p. 163.

^c Vide. *Memoires de l'Acad.* 1745. p. 488.

tenfi atque insula *Cayenne*, permagnas ad distantias accuratissime institutas. Ad *Cayenne*, distantia geometricè mensurata prodiit 20230 hexapedarum, seu milliarium *Anglicorum* $24\frac{2}{3}$ circiter, quod spatium a sono percursum fuit intervallo 110 minutorum secundorum temporis, subducta ventorum qui leniter aspirabant velocitate. Ex quinque autem experimentis a *Condamine* factis quatuor vix uno semisecundo temporis ab invicem discreparunt.

48. Ex observationibus *Derhami* constat, velocitatem sonorum non variari pro regionis superficie, plana vel aspera et saltuosa, sed recta brevissimo itinere eadem cum velocitate pergunt. Præterea directio tormentorum non mutat celeritatem soni, five versus observatorem five versus partes oppositas fuerint displosa, five, in positionibus tormenti quibuscumque, horizontali, normali, vel in elevatione 10 aut 20 graduum supra horizontem. Pulveris pyrii quoque vis five sit fortis five debilis, ejusque major vel minor quantitas, licet augeat vel minuat sonum, non tamen accelerat vel retardat motum ejus. Denique, in omni tempestate, five cælum sit sudum et serenum, five nubilum et turbidum, five nix ceciderit five nebula, (quæ ambæ sonum notabiliter obtundunt) seu tonet aut fulguret, five æstus vel frigus adurat, dies vel nox sit, æstas vel hyems, five mercurius in barometro altus humilisque fuerit; motum soni nec velociorem nec tardiorē esse affirmat *Derhamus*, ventis tantummodo exceptis.

49. SONI omnes, intensiores vel remissiores, ab eodem vel diversis corporibus sonoris propagati sunt æquiveloces, § 30. Reperit autem *Derhamus*, collatis inter se pulsationibus mallei, et fragoribus sclopeti ad milliaris intervallum, utriusque sonum eodem tempore advenisse, itemque explosiones variorum tormentorum, scloporum, et sclopetorum æqualibus temporibus æqualia spatia, diversis temporibus spatia temporibus proportionalia, eundo absolvisse.

50. VARIATUR velocitas sonorum pro atmosphæræ statu respectu caloris et frigoris. Hinc æstate soni ceteris paribus sunt velociores, tempore hyberno tardiores, variatio autem sive in excessu fuerit sive in defectu, vix 30 vel 40 pedes pro singulis minutis secundis exsuperabit. § 35. Refragari videntur experimenta *Derhami*, § 48. sed pace tanti viri contra theoriam nil temere concludendum. Inter sese conciliari posse arbitratur *Cotes*, *Lect. Pneum.* 15. ponendo quod experimenta *Derhami* tempestatibus, medium fere statum caloris et frigoris præ se ferentibus instituebantur.

51. VARIATUR item velocitas sonorum pro ventorum impetu et plaga, contra sententiam *Florentinorum*. Quoniam enim ventus aerem ex loco in locum transfert, et quidem celeriter pro suo impetu, idcirco pulsus sonoros quoque promovebit, atque ita efficiet ut citius ad locum provolvantur vento obsecundante quam eodem adversante. Hæc omnia confirmant plurima experimenta a *Derhamo* temporibus facta diversissimis, qui variationem velocitatis sonorum a ventis oriundam, ubi maxima fuit, 9 vel 10 semisecunda circiter, intervallo 13 milliarum, reperit: ubi vero tenues spirabant venti

venti, qui motui sonorum aut non obstabant vel eum nonnihil adjuvabant, vix duorum vel trium semisecundorum discrimina invenit, et forsan hoc provenire potuisset ex mutationibus densitatis et elasticitatis aeris; nisi hæ ambæ in eadem ratione increverint, quod quidem frequenter, non tamen perpetuo contingit. At variatio velocitatis sonorum a ventis oriunda, manentibus aeris densitate et elasticitate, ægre ad calculum revocari potest, præsertim in experimentis sonorum e longinquo factis, cum in diversis partibus tractus totius intercedentis venti tam vi quam motus plagâ non parum discrepare possint.

52. COMPERIT *Derham*, velocitatem ventorum mediocrem, 10 vel 15 milliaria, maximam vero 60 milliaria horæ unius spatio non superare; atque inde collegit, particulas istas æreas quibus imprimuntur aut deferuntur soni (qui utique hoc tempore 700 circiter milliaria, progrediendo absolverent,) longe subtiliores esse quàm eæ ex quibus conflantur venti. *Condamine, Mem. de l'Acad. 1757.* ex maxima velocitate quacum urgentur naves cundo, sex scil; leucarum horæ unius spatio, collegit ventos vehementissimos vix pedes *Parisienses* 85 transcurrere singulis minutis secundis.

53. DETERMINATIO velocitatis quacum propagantur soni multis nominibus perutilis esse potest. Hoc enim pacto definiiri possunt distantiae locorum, quæ ab invicem, interjectis fluminibus, paludibus vel aliis obstaculis dirimuntur: distantiae littorum, portuum, scopulorumque a navigantibus; distantia mæniorum oppidi obsessi ab obsidentibus; quantum a nobis distent nubes quibus generantur tonitrua: notando scil; tempus a quo videtur fulgor usque ad illud quo fragor auditur. Pos-

sumus quoque hoc pacto definire distantias locorum ab invicem, ob montes interpositos vel alia similia obstacula, conspectum hinc inde refugientium, ope duplicis explosionis; conveniendo scilicet, ut explosioni nostræ simul ac advenerit subito alia respondeat, et capto medio temporis elapsi a nostro signo usque ad accessum signi respondentis, habebitur iter a duplici sono percursum, cujus dimidium erit distantia quæsitæ. Vide *Tentamina Florentina*.

54. COGNITA velocitate sonorum innotescunt item intervalla seu latitudines pulsuum. Invenit utique *D. Sauveur*, factis a se experimentis, quod fistula aperta, cujus longitudo est pedum *Parisiensium* plus minus 5, (vel fistula obturata semissis istius longitudinis,) sonum edit ejusdem toni cum sono chordæ quæ tempore unius minuti secundi centies recurrit. (*Annot. 2.*) Sunt igitur pulsus plus minus 100 in spatio pedum *Paris*: 1070 quos, sonus tempore minuti unius secundi percurrit. Ideoque pulsus unus occupat spatium ped. *Paris*: $10\frac{7}{10}$, id est, duplam fere longitudinem fistulæ. Unde verisimile est quod latitudines pulsuum in omnium apertarum fistularum sonis æquentur duplis longitudinibus fistularum. *Principia. Lib. 2. prop. 50. Schol.*

COGNITA sonorum velocitate notare licet *Homerum* non solum ornate sed et apte alis instruxisse voces, — ἔπεα πτερόεντα προσηύδα. Et quidem ut Poësis Physicæ ornatui esse potest, ita vicissim haud contemnenda subsidia ex Physicæ thesauris elicere potest Poësis; vinculo quodam communi omnes inter Artes intercedente:—

—facies

————— facies non omnibus una,
Nec diversa tamen; qualem decet esse sororum.

55. SONORUM tenor seu tonus gravis vel acutus, oritur ex tardioribus vel celerioribus corporis sonori tremoribus; his quippe variantibus pro corporis mole, et tensione sive partium elasticitate. Sic duplo acceleratis vel retardatis tremoribus chordæ musicæ, pro tensione aucta vel diminuta, octava acutius vel gravius resonabit quam antea. In tibiis autem, obturatis foraminibus, sonus gravior editur quam apertis, in hisce vero aperiendis incipiendo ab infimis, acuitur sonus; nam hoc pacto minuitur numerus partium tam tibiæ quam aeris conclusi tremores participantium. At, cæteris manentibus, si spiritu acriore inflentur tibiæ, sonos magis stridulos edent, acceleratis nimirum partium tremoribus. Hinc quoque explicanda ratio lyræ Æoli, cujus chordæ licet unisonæ tendantur, varia et canora soni modulamina edunt; vento scilicet acriore vel leniore, chordas per totam longitudinem suam vel per partem tantum, feriente. *Kircher, Phonurgia. p. 148.*

56. HINC constat, quod chordæ musicæ vel corporis cujusvis resonantis omnes vibrationes sive intensiores sive languidiores, sunt isochronæ. Aliter enim, languescentibus vibrationibus donec ultimo cessant, non servaretur soni tenor; hunc vero, quantum judicare potest auris, immutatum restare deprehendimus: excepto, quod vibrationes justo intensiores, sub initio motus sonos aliquanto acutiores edent. Porro, quoniam tenor vel chordæ, vel, campanæ vel corporis cujusvis resonantis ad sensum non variatur variante auditoris distantia,

distancia, consequitur vibrationes majores minoresve particularum aeris, seu magis seu minus a corpore sonoro distent, isochronas evadere; adeoque, spatia perbrevia a singulis particulis aeris eundo et redeundo peracta esse viribus acceleratricibus proportionalia, pro lege oscillantis penduli. § 27. Vide *Smith, Harmonics. Sect. 1.*

57. LICET sonorum tonus gravis vel acutus in infinitum variari potest, tamen ex aurium imperfectione, sonorum ab invicem distinguendorum dantur limites. Hosce vero ita explorat *Sauveur*. Invenit quod fistula organica 40 ped. longa sonum gravissimum auribus capiendum edit, at hujus longitudo octies superat longitudinem fistulae cujus partes centies recurrunt tempore unius minuti secundi, *Annot. 2. § 2.* et proinde numerus vibrationum hujus tempore unius minuti secundi, octies minor evadere debet, scilicet; $12\frac{1}{2}$: contra, fistula unius digiti minus parte $\frac{1}{8}$, sonum acutissimum edens, cum sit tantum pars $\frac{1}{8}$ longitudinis fistulae cujus partes centies recurrunt, 6400^{ies} eodem tempore recurrere debet. Stant igitur sonorum diversitates quae auribus capi possunt, inter limites $12\frac{1}{2}$ et 6400, vel inter 1 et 512 circiter, qui inter se concludunt 10 vel 11 octavas circiter: cum unaquaque octava sonos fere 43 ab invicem secernendos complectatur. Ex calculo *Euleri*, inter limites 30 et 7552 consistunt omnes sonorum diversitates. *Encyclop. Paris.*

58. Huc referre libet insignem chordarum musicarum proprietatem. Tremente chorda quadam musica, hujus tremores participabit altera chorda juxta posita, per totam suam longitudinem, si unisona sit; sin octava gravior, per singulas semisses

femisses tantum, quiescente puncto medio: si duplâ octavâ gravior sit, adeoque (manentibus crassitie et tensione chordarum) quadruplo longior, per singulas partes quaternas totius longitudinis tremet. Sic percussa chorda pedali, ciebutur tremores per singulas partes pedales chordæ alterius quadrupedalis æquilatæ et æquitenſæ, juxta positæ, quiescentibus punctis harum intermediis. Uti ex eo constat quod si mediis et extremis partium singularum hujus imponantur frustulæ chartacæ, motu vibratorio excutientur frustulæ mediæ manentibus extremis. *Martin Phil. Brittan. vol. 2, p. 264.*

HINC quoque constat ratio scyphum vitreum ope vocis perfringendi. Qui experimentum instituere cupit, ictu prius in scyphum impacto exploret sonum huic proprium, deinde, ore supra scyphum applicato vocem unisonam edat, eandemq; paulatim intendat; scyphus vero primo contremuit, tum stridet, atque ultimo, ni vitrum justo crassius sit, diffringitur.

59. AURES ad instar cæterorum sensuum fallaciis esse obnoxias notat *Buffon, Histoire Naturelle, Edit. Quarto, vol. 3, p. 336.* Constat enim quod corpus omne durum in aliud impactum, sonitum ciet. At hic sonitus simplex tantum evadet in corporibus non elasticis, nam in elasticis multiplex erit. Percussâ unico ictu campanâ, pro singulis tremoribus brevissimis hujus, iterabitur sonus; tales igitur soni revera compositi sunt, licet ob recursus celerrimos, simplices vulgo habentur. Exemplo luculentissimo evincit hoc *Buffon*, quod idcirco de *Histoire Naturelle* depromere libet.

“ JE dois rapporter ici un chose qu’il m’arriva il y a trois
 “ ans.—J’étois dans mon lit à demi-endormi, ma pendule
 “ sonna

“ sonna, & je comptai cinq heures, c’est-à-dire, j’entendis
 “ distinctement cinq coups de marteau sur le timbre ; je
 “ me levai sur le champ, & ayant approché la lumière je
 “ vis qu’il n’étoit qu’une heure, & la pendule n’avoit en
 “ effet sonné qu’une heure, car la sonnerie n’étoit pas dé-
 “ rangée.—Je conclus après un moment de réflexion, que
 “ si l’on ne savoit pas par expérience, qu’un coup ne doit
 “ produire qu’un son, chaque vibration du timbre seroit en-
 “ tendue comme un différent son, et comme si plusieurs coups
 “ se succédoient réellement sur le corps sonore. Dans le mo-
 “ ment que j’entendis sonner ma pendule, j’étois dans le cas
 “ où seroit quelqu’un qui entendroit par la première fois,
 “ & qui n’ayant aucun idée de la manière dont se produit
 “ le son, jugeroit de la succession des différens sons sans pré-
 “ juge, aussi bien que sans règle, & par la seule impression
 “ qu’ils font sur l’organe, & dans ce cas il entendroit en
 “ effet autant de sons distincts qu’il y a de vibrations suc-
 “ cessives dans le corps sonore.”

“ C’EST la succession de tous ces petits coups répétés, ou,
 “ ce qui revient au même c’est le nombre des vibrations du
 “ corps élastique qui fait le ton du son. Il n’y a point de
 “ ton dans un son simple ; un coup de fusil, un coup de fou-
 “ et, un coup de canon produisent des sons différens qui ce-
 “ pendant n’ont aucun ton ; il en est de même, de tous les au-
 “ tres sons qui ne durent qu’un instant. Le ton consiste donc
 “ dans la continuité du même son pendant un certain temps ;
 “ cette continuité de son peut être opérée de deux manières
 “ différentes, la première & la plus ordinaire est la succession
 “ des

“ des vibrations dans les corps elastiques & sonores; & la
 “ seconde pourroit être la répétition prompte & nombreuse
 “ du même coup sur les corps qui sont incapables de vibrations.”

60. CUR soni cessante motu corporis sonori statim cessant, neque diutius audiuntur ubi longissime distamus a corporibus sonoris quam cum proxime absumus, patet ex § 29. Fuisse tamen nonnullos, tradit *Kircher Phonurgia*, p. 62. inter quos *Johannem Baptistam Portam* et *Cornelium Agrippam*, &c. qui commenti sunt vocem canali arcte conclusam antequam species sonoræ exeant ab altero extremo, intra hunc canalem ita perseverare, ut aliquot post diebus alterutro extremo aperto mox veluti a captivitate quâdam voces solutæ auribus se fistant auscultanti: atque hoc commentum, non modo patronos sed et acerrimos defensores *Wecherum*, *Alexium*, &c. obtinuisse. Hos serio refellit *Kircher*, afferitq; aquam citius cribro haustum iri quam vox canalibus includatur.

Huic commento germanum est eorum qui perhibent sonos frigore acerrimo constringi et congelari posse. Hos ridet *Hudibras*, Canto I. v. 148. necnon et *Tatler*, No. 254, Vol. IV.

61. SONORUM intensio vel remissio oritur, I. Ex tremoribus corporis sonori acrioribus vel debilioribus, ut patet. Comperit *Sauveur*, quod spatium percursum a partibus mediis chordæ musicæ centies singulis minutis secundis recurrentis et diametro parte $\frac{1}{8}$ unius lineæ, minimis suis sensilibus vibrationibus prodiit pars $\frac{1}{72}$ unius lineæ, maximis vero, 72^{ies} majus evasit; unde vires acceleratrices, necnon et sonorum intensitates, erant in ratione 1 ad 72. II. Ex mole corporis

sonori majore vel minore. Sic, campanas, scilicet, et tormenta bellica pro ratione magnitudinum obstrepere, notissimum est.

VARIABITUR autem, cæteris paribus, sonorum vis pro aeris temperie respectu densitatis elasticitatis et puritatis. Si igne admoto, augeatur vis elastica aeris in vase recipiente antliæ pneumaticæ, simul intendetur sonitus campanæ inclusæ. Sæpe autem comperit *Derham*, æstate cum jam incaluerit aer, ob vaporum exhalationumq; copiam, sonos maxime languescere et debilitari; contra, tempore hyberno, præsertim si gelasceret, sonos auribus acrius impingendo solito argutiores evasisse: spirantibus item Borea Eurove, licet motui sonorum vel maxime adversantibus, vividiores deprehendit; et contra imbribus, nebulis, et nive caduca potissimum, sonos obtundi notabat. Vide § 39.

62. CUR soni in tubis stentorophonicis valde augmentur, ex principiis allatis manifestum est. In tubis enim dilatationem soni impredientibus condensatur aer per totam longitudinem tuborum; et præterea, singulis recursibus soni a lateribus tuborum tremulis, augetur condensatio aeris adeoque et soni intensitas ad exitum tuborum.

HINC constat vires tuborum similibus pro longitudinibus variari. Erit autem vocis nudæ intensitas, ad intensitatem ejusdem inter exeundum a tubo dato, ut segmentum superficiei sphaericæ radio longitudine tubi descriptæ, cujus basis est tubi orificium ad exitum, ad totam istam superficiem sphaericam. Nam vox nuda ab ore undique in circuitu propagata, recedendo ad distantiam longitudini tubi æqualem, dilatabitur in superficiem sphaericam radio ista longitudine descriptam;

tam; contra vox inter exeundum a tubo cogetur omnis in segmentum dictæ superficiei sphaericæ orificio abscissum: voce igitur minorem massam aeris acrius feriente, intensitates erunt reciproce ut massæ movendæ, hoc est, ut segmentum &c. Computo inito demonstrat *Martin, Phil. Brit. Vol. II. Annot. cvii. p. 247.* vocem ope tubi stentorophonici quinque pedes longi, 400^{ies} intensiorem quam in statu sibi naturali evadere. De Cornu Alexandri Magni quo ad centum stadia exercitum suum cogebat, consule *Kircheri Phonurgiam, Lib. 1. § 7.*

FIGURA tuborum vox nonnihil intendi potest. Quoniam enim motus per corpora plura elastica propagatus augebitur si magnitudine crescant, et potissimum, si in progressionē geometrica continua crescant; constat quod in tubis formam curvæ logarithmicæ circa axem suum revolutæ induentibus, vox partibus aeris inclusi progressionē geometrica crescentibus successive communicabitur.

LICET vero vox hoc pacto magnopere intendatur, tamen quo evitetur confusio ex reciprocatione oriunda, necesse est ut verba loquentis distincta et lenta articulatione proferantur.

ACERRIMI iudicii vates, “ qui nihil expositum solet deducere,” versibus præclaris describit horrificum buccinæ sonorem qua Furia Aleto agrestes Latinos ad arma concitabat. Hosce referre, lectori forsan haud importunum videbitur.

At sæva e speculis tempus Dea nacta nocendi,
Ardua tecta petit, stabuli et de culmine summo
Pastorale canit signum, cornuque recurvo
Tartaream intendit vocem, qua protenus omne

Contre-

Contremuit nemus, et sylvæ intonuere profundæ.
 Audiit et Triviæ longe lacus, audiit amnis
 Sulfurea Nar albus aquâ, fontesque Velini:
 Et trepidæ matres pressere ad pectora natos.
 Tum vero ad vocem celeres, qua buccina signum
 Dira dedit, raptis concurrunt undique telis
 Indomiti agricolæ. —————

Æneid. 7. v. 511.

63. CUR Tubi acoustici aures surdas adjuvant, ex iisdem principiis manifestum est. Hinc exponere licet rationem specus Syracusani, *Carcere Dionysii tyranni*, vulgo dicti, ubi strepitus aut susurrus inclusorum lenissimus per canalem in cochlearem formam elaboratum ad cubiculum custodis ascendit: ascendendo autem magnopere intenduntur voces; vox submissa in clamorem extollitur, excreationis sonus tonitru exhibet, percussio pallii manu facta tormenti explosio videri possit. Vide Ichnographiam specus *Kircheri Phonurgia* § 6. *Cap.* 3.

64. SONUS secundum superficies sphæricas aut circulares propagatus ingentem vim acquirit. In cupula interiori hæmisphærica *Sancti Petri, Romæ*. ex locis coronidis cupulam ambientis e diametro oppositis, colloquium inter duos vocibus vel submississimis, 100 pedum geometricorum intervallo, commodè institui potest, non obstante hominum nauticorumq; obstrepentium tumultu; in reliquis vero parietis partibus nihil percipitur. Idem quoque experiri licet in coronide cupulæ hæmisphæricæ *Sancti Pauli, Londini*. nec non et in arcubus pontium majoribus, in fornicibus hæmisphæricis, &c. Nam
 species

species sonoræ undique ab ore diffusæ secundum coronidis vel fornicis parietes, in oppositis e diametro punctis tanquam in foco colligentur, ibique valde intenduntur.

65. LAPIDE in puteum decidente, ex sono lapidis fundum percutientis, altitudinem putei analyfi perquam eleganti, at pro more suo compendiaria explorat *Newtonus, Arithmetica universalis Prob. 50.* quam idcirco fusius proponere libet.

SIT altitudo putei x , et si lapis motu uniformiter accelerato descendat per spatium quodlibet datum a (puta 16, 122. pedum,) in tempore dato b (unius scil; minuti secundi,) et sonus motu uniformi transeat per idem datum spatium a in tempore dato d ; lapis descendet per spatium x in tempore $\frac{b\sqrt{x}}{\sqrt{a}}$ (erit enim hoc tempus ad tempus datum b , ut $\sqrt{x}$ ad $\sqrt{a}$; cum tempora decensus gravium sint ut radices spatiorum.) Sonus autem qui fit a lapide in fundum putei impingente ascendet per idem spatium x in tempore $\frac{dx}{a}$. (Nam hoc tempus est ad tempus datum d , ut spatium x ad spatium a ; cum tempora transitus soni per spatia quævis erunt ut ipsa spatia.) Ex horum temporum summâ conflatur tempus a lapide demisso ad soni reditum. Hoc tempus ex observatione cognosci potest, sit ipsum t , et erit,

$$\frac{b\sqrt{x}}{\sqrt{a}} + \frac{dx}{a} = t. \quad \text{Adeoque; transponendo,}$$

$$\frac{b\sqrt{x}}{\sqrt{a}} = t - \frac{dx}{a}. \quad \text{Et partibus quadratis,}$$

$$\frac{b^2 x}{a} = t^2 - \frac{2tdx}{a} + \frac{d^2 x^2}{a^2} \quad \text{Et per reductionem,}$$

$$x^2 - \frac{2ad}{d^2} x = \frac{a^2 t^2}{d^2} \quad \text{Et addendo utrobique; quadr. ex semicoeff. 2di termini,}$$

Erit

$$\text{Erit, } x^2 - \frac{2adt - ab^2}{d^2} x + \frac{4a^2d^2t^2 + 4a^2b^2dt + a^2b^4}{4d^4} =$$

$$\left[\begin{aligned} &= \frac{4a^2d^2t^2 + 4a^2b^2dt + a^2b^4}{4d^4} - \frac{a^2t^2}{d^2} = \\ &= \frac{4a^2d^2t^2 + 4a^2b^2dt + a^2b^4 - 4a^2d^2t^2}{4d^4} = \\ &= \frac{4a^2b^2dt + a^2b^4}{4d^4} = \\ &= \frac{a^2b^2}{4d^4} b^2 + 4dt. \end{aligned} \right]$$

$$\text{Ergo. Extracta radice et transponendo, } x = \frac{adt + \frac{1}{2}ab^2}{d^2} + \frac{ab}{2d^2} \sqrt{b^2 + 4dt}$$

Sed x duplex esse nequit, ergo neglecta
e radicibus una, statuit, *Newtonus*,

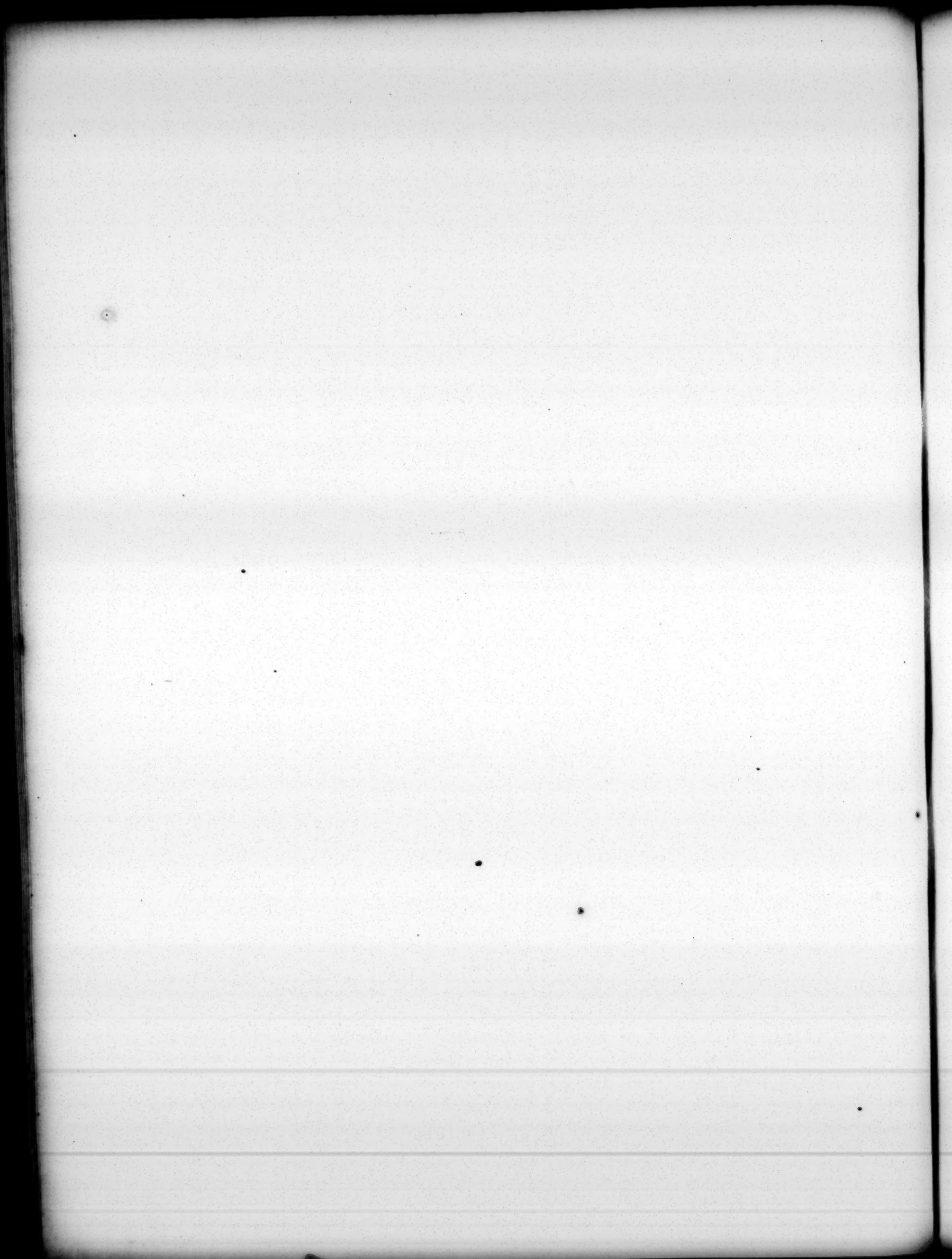
$$x = \frac{adt + \frac{1}{2}ab^2}{d^2} - \frac{ab}{2d^2} \sqrt{b^2 + 4dt}.$$

Alter valor x , scil; $\frac{adt + \frac{1}{2}ab^2}{d^2} + \frac{ab}{2d^2} \sqrt{b^2 + 4dt}$, alteri problemati solvendo infervit; cujus ea est conditio, ut t sit excessus temporis quo ascendit sonus, supra tempus descensus lapidis: uti experiendi patebit.

66. SONI ex uno medio in alterum transmitti possunt. Per aquam vero mediumve densius ægre propagantur soni. Refert *Gassendus*, urinatorem non procul *Diepa* ad altitudinem 60 pedum mari demersum, multorum tormentorum bellicorum, in navibus se in portu salutantibus fragores auribus nequaquam percepisse: in altitudine vero minore sonus, at obtusius audiri potest; tradit *Pechlinus*, hortulanum suum, in altitudinem 18 ulnarum demersum, campanas superne resonantes obscurius percepisse. Testatur etiam *Plinius Hist. Nat. Lib. 10. Cap. 70.* in piscinis *Cæsaris* genera piscium ad nomen venire. Itemq; refert *Ode, Phil. Naturalis Principia*

pia p. 290. de piscibus e profundis piscinæ non procul ab Urbe *Clivis*, sonitu campanæ ad aquæ superficiem evocatis.

ET vice versa, exclamationes urinatorum, strepitus pyrobolarum sub aquis displosarum desuper audiri possunt. Refert *Kircher Phonurg.* p. 9. experimento ab insigni mathematico facto, sonum campanæ duorum graduum, verbi gratia, extra aquam, intra aquam quinque graduum sonum fecisse. Nec per aquam solummodo sonus propagari potest, nam invenit *Muschenbroek* factis a se experimentis, sonos ex lacte, spiritu Vini, garo, aliisque diversorum generum liquoribus in aerem transmitti posse.



De SONIS REFLEXIS.

67. **S**I foni eundo in obstaculum idoneum impingant, partim divaricabunt in spatia pone obstaculum, partim resiliendo, inde tanquam a centro, de novo retrorsum propagabuntur, in angulo, angulo incidentiæ æquali, (uti experienciâ compertum est) atque recurso suo sonum iteratum seu echo, constituent. Ab Hebræis aptè et ornatè dicitur echo *Bat Col* filia vocis. Vide *Buxtorf. Lex. Chaldaicum*.

DE sonis reflexis fuse tractat *Kircher*. Quanto autem studio, quantoque labore horum naturam investigare conatus est, ex præfatione *Phonurgiæ*, ad levandum disquisitionis physiciæ tædium enarrare fas sit. “ Hujus [Echi] ea recondita natura est, ut in hunc usque diem latentem vix sit qui explicarit. Ego desiderio ejus investigandæ sylvarum occultos recessus, nemorum montiumque abdita receptacula, vallium, rudium, camporum, paludumque scabrosa plana scrutatus, nihil intentatum reliqui quo ad abditam ejus naturam pertingerem; sed eam dum persequor, fugit; dum fugio, persequitur; dum blande loquor, blande eludit; dum valde clamo, quasi affectis sibi vocibus ascitis, voces congeminat cedere nescia; subinde velut indignabunda responsum averse subterfugit; nonnumquam ad unum verbum garrulitate penitus insolenti decem alia refundit: varietate itaque atque inconstantia hujus sæpe sæpius illusus, quâ cantibus quâ omnis generis instrumentis musicis fugacissimam

H

“ gacissimam Deastram, verbisq; jam ad severitatem modo
 “ ad blandiendum compositis, omnibus modis placare conatus
 “ sum; sed illa uti sylvis et solitudinibus assueta, ita cicu-
 “ rari nescia, facile omnes meos conatus elusit. Comitem
 “ tandem mihi copulans geometriam anacampcticam, denuo
 “ illam ferocius aggressus sum; cujus sagacitate tandem fac-
 “ tum est ut se sisteret, votisque meis plane fatisfieret.”

68. OBJECTA phonocampctica seu quæ sonitum iterato ad aures nostras deferre solent, non tantum sunt muri, rupes, parietes, similiaque corpora dura et solida, montium flexus crebrique vertices, concavi vallium sinus; sed et terra, arbores, folia, terra simplex quantumvis porosa, maxime aqua, et humores quivis (utpote lævi et polita superficie utentes) apti erunt voces sonosque reflectere. “ Quæ res, ait *Kircher*, mi-
 “ rum in modum me non semel perplexum reddidit, dum in
 “ mediis campis inter *Romam* et *Tusculum* fitis, ubi nullus
 “ murus, nullæ arbores, sed virgulta tantum et inhospita faxes,
 “ agrorumque fulci dominabantur, echum tamen non sine
 “ admiratione licuerit perspicere; virgulta autem et fulcos
 “ dictorum agrorum echum causasse, inde mihi constitit, quod
 “ alio tempore condictum locum transiens, fulcis everfis, vir-
 “ gultisque excisis echum amplius audire non licuerit.”

CONTRA, tapetes, peristromata, tegetes, texturæ laneæ, et corpora spongiosa maxima ex parte sonos impactos absorbent et irretiunt, atque ne recurrant impediunt.

69. Quo audiatur echo, necesse est ut auditor in axe conii sonori redeuntis alicubi sistatur; quo in casu, modo intervallo
 fatis

fatis magno ab objecto phonocamptico absit, recurret sonus aliquanto post adventum soni a corpore sonoro recta propagati. Distinctâ enim soni directi et repercussi successione aliquod temporis intervallum postulante, necesse est ut inter semitas quas eundo peragrat sonus directus, atque eundo necnon et redeundo sonus reflexus, intercedat differentia satis magna: aliter non geminus sed intensior tantum audiretur sonus. Hoc fiet, si excessus itineris soni reflexi pergendo a corpore sonoro ad obstaculum, atque inde ad auditorem, supra iter soni directi, 127 pedes exsuperet. Nam experientia teste, plures quam 9 vel 10 toni tempore unius minuti secundi auribus distincte capi nequeunt: ergo inter adventum soni directi et repercussi intercedere debet intervallum partis $\frac{1}{9}$ unius minuti secundi, ad minimum; sed hoc tempore percurrit sonus pedes $11\frac{2}{3}$ seu 127 circiter.

70. HINC echo monosyllaba intercapedinem 127 pedum, dissyllaba 254 pedum, trisyllaba 381 pedum, atque ita deinceps, inter semitas sonorum directorum et reflexorum postulat. At quoniam vox loquentis emissâ ad ipsum non redibit nisi rectâ in objectum phonocampticum impingat, necesse est ut loquentis distantia ab objecto, 127 sive 63 vel 64 pedes exsuperet, quo distincte audiatur vocis recursus. In distantia igitur 63 vel 64 pedes, echo vocis monosyllabæ reddi potest; 127 pedum, dissyllabæ; 190 pedum circiter, trisyllabæ; atque hoc pacto echo polysyllaba exhiberi potest, modo intervallum debitum inter loquentem et objectum phonocampticum intercedat. Hujusmodi echo in *Saltu Woodstockiensis* extitisse tradit *Plott*, *Natural History of Oxfordshire*, quæ interdum septendecim, noctu viginti syllabas distincte repetit. Periculum fecit *Plott* his verbis,

————— Quæ nec reticere loquenti,
Nec prior ipsa loqui, didicit resonabilis echo.

Interdiu quidem versum posteriorem tantum; nocte jam media, verbum ultimum quoque prioris hemistichii, *loquenti*, reddebat. Noctu quam interdiu plures retorquebantur syllabæ, ob aerem noctu densiorem, quem idcirco tardius peragrarere debuit sonus; et præterea, ob silentium altum longe lateque noctu dominans. Hanc Echo jam intercidisse, sylvis succisis et ædificiis quibusdam dirutis, ab amico cui fides habeatur dignissimo, nuper audiui.

CUR ultimæ tantum syllabæ echi polysyllabæ ut plurimum audiuntur deperditis prioribus, ex eo fit, quod primæ recurrunt syllabæ voce nondum prorsus emissâ, qua cessante, tandem postremæ syllabæ serius recurrendo distincte percipientur.

71. Si plura objecta phonocamptica ita fuerint ordine disposita ut propius semper justo intervallo a remotiore absit, vox seu sonus iis successive impingendo, iterato retorquebitur, atque inde nascetur echo polyphona. Loca quædam celebrata sunt quod ædificiorum ibi extructorum parietes echo multiplicem præ se tulerunt. *Romæ* ad *Hippodromum*, echo octies syllabam reddit. Ad muros quoque *Avenionensis* urbis, vocem ex sustentaculis murorum, quas alas vocant, proportionaliter reflexam, octies reddi comperit *Kircher, Ars Magna Lucis et Umbrae, p. 137*. Ad *Carentionem*, intra ædificium quadratum altera parte longius, syllaba in alterutro extremo pronuntiata

pronuntiata, reddita est decies septies quasi ex altero, et pronuntiata in medio toties ab utroque; uti deprehendit *Gassendus*: cum et fuerit perhibitum, quibusdam voce validiore utentibus redditam esse vicies sexies, priusquam languescendo audiri desierit. *Laertius, Lib. 10. Tom. 1, p. 148.* Eandem quoque 13^{ies} distinctis intervallis regressam se sensisse scribit *Verulamius Hist. Nat. Cent. III. Exper. 249.* Sed multæ echi maximæ olim celebritatis nostris temporibus desierunt, muris everfis, vel objectis anacampticis quodammodo mutatis, vel deperditis.

72. EXPERIMENTIS tormentorum quæ *Derhami* jussu in agro *Blackbeathensi* diplodebantur, semper venit sonus duplicatus ad aures; prior sonus qui languidior, intra minuta semisecunda temporis 120; posterior autem qui intensior, intra 122, percussus nimirum a molendino *Blackbeathensi*, domibus vicinis, aliisque objectis phonocamptici ultra tormenta sitis: invenit item, tormenta quædam e navibus in fluvio *Thamesi* circa *Deptford* et *Cuckoldspoint* displosa, fragorem quintuplum vel sextuplum, et apud *Gravesende* 9 vel decuplum edidisse; quorum ultimi semper omnium intensissimi evasere.

73. SONI in obstacula phonocamptica plana impingendo eadem intensitate recurrent, in convexa impingendo minuentur, in concava, augebuntur; vel, si rectà in plura corpora plana in circuitu, a corpore sonoro æquidistantia impingant, resiliendo augebuntur, radiis utique ab hisce omnibus reflexis ad corpus sonorum tanquam focum concurrentibus.

74. SONIS

74. SONIS quandoque incidit repercussio ab aeris particulis. Sæpe cœlo fudo atque sereno, comperit *Derham*, murmur sublime in aere tormentorum fragores antevenisse; cœlo item nebuloso, ex bombardarum strepitu ciebatur in aere murmur prolixum, quod per plura milliaria æthera transcurrendo spatium 15 minutorum secundorum temporis invaluit. Diutinum hoc murmur solvit *Derham* ex vaporibus in atmosphæra pendentibus, qui sonos impactos reverberant ad auditorem indefinitarum echō^v more, quas *murmur in aere* vocant.

75. Tempestate pluvia vel nivosa mirum in modum obtunditur echo; post imbres vehementes, utpote aere defæcato, necnon et borea spirante plurimum virium acquirit; austro flaccescit; euro et subsolano mediocriter se habet.

76. EADĒM velocitate pergit sonus directus et repercussus, nam tempore duplo quo sonus ad objectum phonocampiticum deferitur, redit echo ad aures. Hinc commode mensurandæ sunt distantiae locorum ab invicem quibus intercedunt flumina, paludes, aliaque ejusmodi obstacula. Reperit *Derham* cum ad ripam fluminis *Thamesis* staret, vocem monosyllabam in domos opposita ripa constitutas impactam, intervallo senum semisecundorum vel trium secundorum rediisse; adeoque fluminis latitudinem in isto loco a margine unius ripæ ad marginem alterius, esse $\frac{3 \times 1142}{2} = 1713$ pedes.

77. PHÆ-

77. PHÆNOMENA sonorum reflexorum præcipua egregie pro more suo recenset *Lucretius*, *Lib. iv. v. 572.*

At quæ pars vocum non aureis accidit ipsas
Præterlata perit, frustra diffusa per auras;
Pars solidis adlisa locis rejecta sonorem
Reddit, et interdum frustratur imagine verbi.
Quæ bene cum videas, rationem reddere possis
(Tute tibi atque aliis,) quo pacto per loca sola
Saxa pareis formas verborum ex ordine reddant,
Palanteis comites cum monteis inter opacos
Quærimus, et magna dispersos voce ciemus.
Sex etiam aut septem loca vidi reddere voces
Unam cum jaceres, ita colles collibus ipsis
Verba repulsantes iterabant dicta referre.

Quis hæc legendo, non indignatur doletq; ingenium tam cultum, tam ingenti poeseos spiritu afflatum, in Philosophia infanienti et impiâ ornandâ fudasse! Quantum non nitesceret numeris *Lucretianis* Philosophia *Newtoniana*, Naturæ Rationique per omnes suas partes apprime congrua; et stupendam Divini omnium Opificis potentiam, sapientiam et bonitatem, quantum vires humanæ valent, luculentissime indicans!

78. Lux, cum propagetur secundum lineas rectas, in actione sola, vel pressione in medium ambiens, ad instar sonorum, consistere nequit. Ex dictis tamen concludere licet, miram intercedere analogiam inter phænomena lucis et sonorum.

Nam,

Nam, densior est lux in cono lucido in cubiculum per foramen transmissa, intensior sonus in cono sonoro, quam in spatiis hinc inde reductis.

Minuuntur lux et sonus eundo, in duplicata ratione distantiarum auctarum.

Reflectuntur radii lucis et sonorum in angulis, angulis incidentiæ æqualibus.

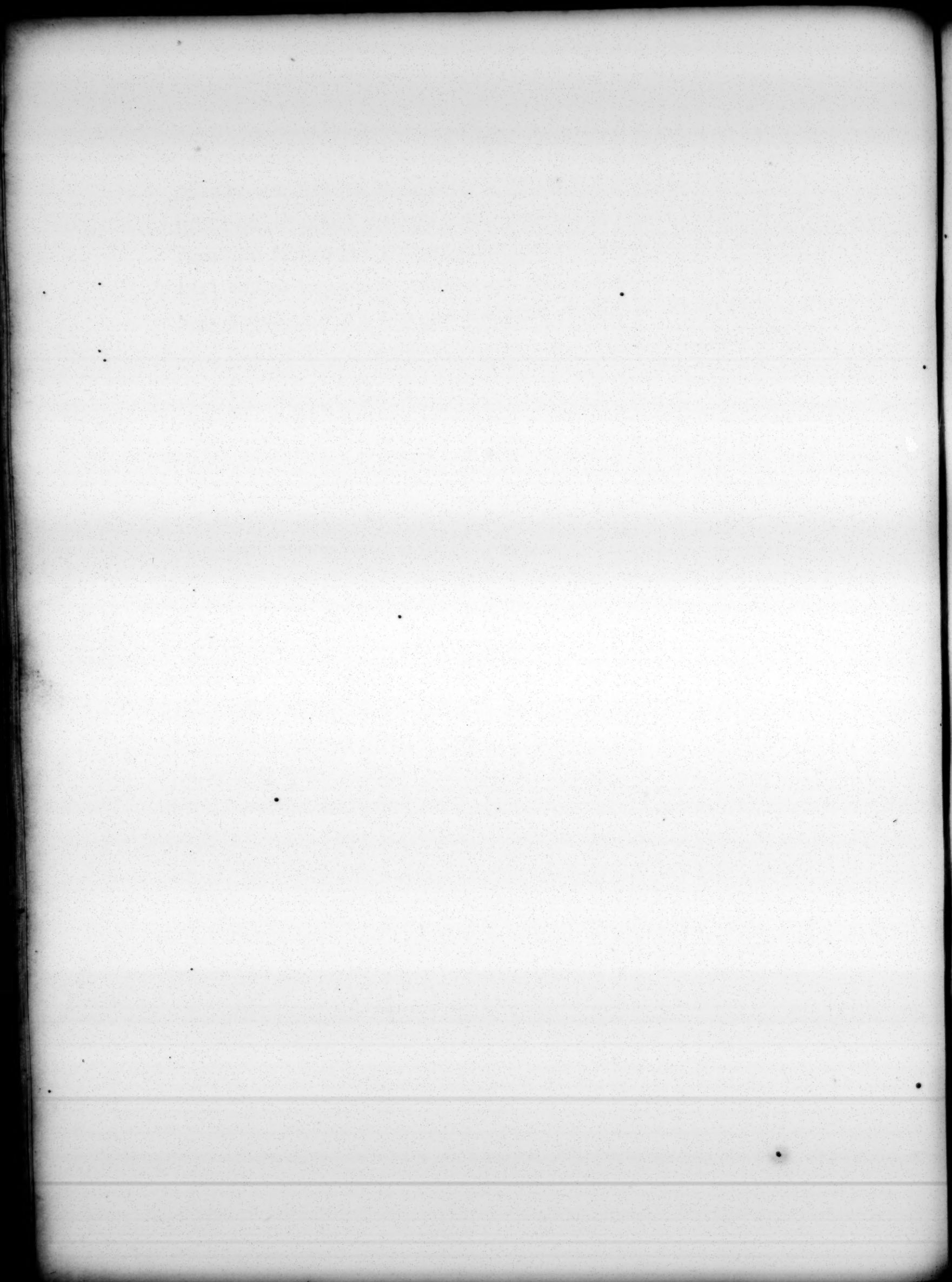
Constipantur radii lucis recurso a speculis concavis, dissipantur a convexis; similiter, soni ab objectis concavis resiliendo, intenduntur, a convexis remittuntur.

Tam lux quam sonus ex uno medio in alterum transmitti potest, mediumq; densius percurrente uterque hebescit.

Detexit quoque *Newtoni* sagacitas, quod si sumantur rectæ seu spatia quæ sint in ratione numerorum 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$, et quæ idcirco designent chordas musicas clavis, toni, tertiæ minoris, quartæ, quintæ, sextæ majoris, septimæ, et octavæ supra istam clavim; erunt septem intervalla harum, ipsa spatia seu latitudines septem colorum primariorum scilicet; rubri, aurei, flavi, viridis, cærulei, indici, et violacei quos exhibet imago solis rotunda, prismatis refractione, producta in speciem oblongam, lateribus inter se parallelis et duobus semicirculis a partibus extremis terminatam. *Optic. Lib. 1, par. 2, prop. 3.* Vide quoque *Smith, Harmonics, p. 42.*

79. MAGNA certe præstiteræ præclara illa ingenia quæ in operibus Naturæ rimandis et explorandis operam navarunt, fed

longe majora præstanda restant. Forsitan et tempus veniet, (utque veniat enixe orandum) cum Optimi Maximi omnium Conditoris ac Moderatoris arcana penitus scrutari et admirari fas erit, evanescentibus plerisque nodis, plerisque dubiis tam Physicam quam Ethicam vexantibus, qui ex hac nostra *luce palustri* nascuntur!



A P P E N D I X.

QUONIAM in propositionibus 47 et 49 Lib. 2. *Principiorum* occurrunt nonnulla quæ lectores vel mathematice doctos morantur; visum est, propositiones ipsas subjungere, adjectis notis quibusdam quæ hisce illustrandis inferviant.

PROP. 47.

Pulsibus per fluidum propagatis, singulae fluidi particulae, motu reciproco brevissimo euntes et redeuntes, accelerantur semper et retardantur pro lege oscillantis penduli.

DESIGNENT $AB, BC, CD, \&c.$ pulsuum successivorum æquales distantias; ABC plagam motus pulsuum ab A versus B propagati; E, F, G puncta tria physica medii quiescentis in recta AC ad æquales ab invicem distantias sita; Ee, Ff, Gg , spatia æqualia perbrevia per quæ puncta illa motu reciproco singulis vibrationibus eunt et redeunt; ϵ, ϕ, γ , loca quævis intermedia eorundem punctorum; et EF, FG lineolas physicas seu medii partes lineares punctis illis interjectas, et successive translatas in loca $\epsilon\phi, \phi\gamma$, et ef, fg . Rectæ Ee æqualis ducatur recta PS . Bifecetur eadem in O , centroque O et intervallo OP describatur circulus $SIPi$. Per hujus cir-

cumferentiam totam cum partibus suis exponatur tempus totum vibrationis unius [ex itu scil; et reditu compositæ] cum ipsius partibus proportionalibus; sic ut completo tempore quovis PH [in itu] vel $PHSb$, [in reditu] si demittatur ad PS perpendiculum HL vel hl , et capiatur $E\epsilon$ æqualis PL vel Pl , punctum physicum E reperiatur in ϵ . Hac lege punctum quodvis E , eundo ab E per ϵ ad e , et inde redeundo per ϵ ad E , iisdem accelerationis et retardationis gradibus vibrationes singulas peraget cum oscillante pendulo. Probandum est quod singula medii puncta physica tali motu agitari debeant. Fingamus igitur medium tali motu a causa quacunque cieri, et videamus quid inde sequatur.

IN circumferentia $PHSb$ capiantur æquales arcus HI , IK vel hi , ik , eam habentes rationem ad circumferentiam totam, quam habent æquales rectæ EF , FG , ad pulsuum intervallum totum BC . Et demissis perpendiculis IM , KN vel im , kn ; quoniam puncta E , F , G motibus similibus successive agitantur, et vibrationes suas integras ex itu et reditu compositas interea peragunt dum pulsus transfertur a B ad C ; si PH vel $PHSb$ sit tempus ab initio motus puncti E , erit PI vel $PHSi$ tempus ab initio motus puncti F , et PK vel $PHSk$ tempus ab initio motus puncti G ; et propterea $E\epsilon$, $F\phi$, $G\gamma$ erunt ipsis PL , PM , PN in itu punctorum, vel ipsis Pl , Pm , Pn in punctorum reditu, æquales respective. Unde $\epsilon\gamma$ seu $EG + G\gamma - E\epsilon$ in itu punctorum æqualis erit $EG - LN$, in reditu autem æqualis $EG + ln$ (*).

Sed

$$(*) \epsilon\gamma \text{ seu } EG + G\gamma - E\epsilon = \begin{cases} EG + \overline{PN - PL} = EG - LN \text{ in itu.} \\ EG + \overline{Pn - Pl} = EG + ln \text{ in reditu.} \end{cases}$$

Sed $\epsilon\gamma$ latitudo est seu expansio partis medii EG in loco $\epsilon\gamma$; et propterea expansio partis illius in itu est ad ejus expansionem mediocrem, ut $EG - LN$ ad EG ; in reditu autem ut $EG + ln$ seu $EG + LN$ ad EG ^(b). Quare (cum sit LN ad KH ut IM ad radium OP ^(c), et KH ad EG ut circumferentia $PHSbP$ ad BC , id est, si ponatur V pro radio circuli circumferentiam habentis æqualem intervallo pulsuum BC , ut OP ad V ; et ex æquo LN ad EG ut IM ad V ;) erit expansio partis EG punctive physici F in loco $\epsilon\gamma$ ad expansionem mediocrem, quam pars illa habet in loco suo primo EG , ut $V - IM$ ad V in itu, utque $V + im$ ad V in reditu. Unde vis elastica puncti F in loco $\epsilon\gamma$ est ad vim ejus elasticam mediocrem in loco EG ut $\frac{I}{V - IM}$ ad $\frac{I}{V}$ in itu, in reditu vero ut $\frac{I}{V + im}$ ad $\frac{I}{V}$. [ob vires elasticas ejusdem medii reciproce ut expansiones. Vid. § 3 et 4.] Et eodem argumento vires elasticæ punctorum physicorum E et G in itu sunt ut $\frac{I}{V - HL}$ et $\frac{I}{V - KN}$ ad $\frac{I}{V}$; et [harum] virium differentia ad medii vim elasticam mediocrem,

^(b) In itu, propter contractionem, minor prodit expansio partis medii in loco $\epsilon\gamma$ quam ejusdem expansio mediocris seu naturalis in primo loco EG ; at in reditu, propter relaxationem, major.

^(c) Ducantur rectæ Ka , Ib parallelæ PS . Erit triangulum OIM simile triangulo quamminimo HKa , (rectilineo, cum arcus et chorda HK ferme coincident) ob angulos ad M et a rectos, et ob angulum OIM æqualem angulo $H Ib$ (cum $O Ib$ sit utriusque complementum ad angulum rectum,) sive, angulo HKa . Adeoque erit Ka vel LN ad KH ut IM ad radium $O I$ seu OP .

crem, (ut $\frac{HL - KN}{VV - V \times HL - V \times KN + HL \times KN}$ ^(d) ad $\frac{1}{V}$. Hoc est, ut $\frac{HL - KN}{VV}$ ^(e) ad $\frac{1}{V}$ five) ut $HL - KN$ ad V ^(f), si modo (ob angustos limites vibrationum) supponamus HL et KN indefinite minores esse quantitate V . Quare cum quantitas V detur, [necnon et vis elastica mediocris] differentia virium est ut $HL - KN$, hoc est (ob proportionales $HL - KN$ [seu Ha] ad HK , et OM ad OI vel OP , [ob triangula similia HKa , OIM] datasque HK et OP) ut OM ; id est, si Ff bisecetur in Ω , ut $\Omega\phi$. ^(g) Et eodem argumento differentia virium elasticarum punctorum physicorum ϵ et γ in reditu lineolæ physicae $\epsilon\gamma$ est ut $\Omega\phi$. Sed differentia illa (id est, excessus vis elasticæ puncti ϵ supra vim elasticam puncti γ) est vis qua interjecta medii lineola physica $\epsilon\gamma$ acceleratur in itu et retardatur in reditu; et propterea vis acceleratrix lineolæ physicae $\epsilon\gamma$, [in hoc vel quovis vibrationis loco] est ut ipsius distantia a medio vibrationis loco Ω . Proinde tempus (per *Prop.* 38, *Lib.* 1.) recte exponitur

^(d) Reducendo scilicet $\frac{1}{V - HL}$ et $\frac{1}{V - KN}$ ad communem denominatorem, et subducendo novum numeratorem $V - HL$ a numeratore $V - KN$, ob HL majorem quam KN , quo pacto residuum $HL - KN$ evadet quantitas positiva.

^(e) Ex constructione, HL et KN sunt indefinite minores quantitate V , adeoque $-V \times HL - V \times KN$ seu $-V \times \overline{HL + KN}$, necnon et $+ HL \times KN$, erunt indefinite minores quantitate V , atque adhuc minores quantitate VV , et proinde absque incommodo negligi possunt; amplius vero minuetur error ex hisce sublati oriundus ex eo quod contrariis afficiuntur signis.

$$\text{(f)} \quad \frac{HL - KN}{VV} : \frac{1}{V} :: HL - KN : \frac{VV}{V} :: HL - KN : V.$$

^(g) Nam $P\Omega = Ff$. adeoque $OP = \Omega F$. Sed $PM = F\phi$. adeoque $OP - PM$ i. e. $OM = \Omega F - F\phi$ i. e. $\Omega\phi$.

exponitur per arcum PI ; et medii pars linearis $\epsilon\gamma$ lege præscripta movetur, id est, lege oscillantis penduli: estque par ratio partium omnium linearium ex quibus medium totum componitur. *Q. E. D.*

COROL. Hinc patet quod numerus pulsuum propagatorum idem sit cum numero vibrationum corporis tremuli, neque multiplicatur in eorum progressu. Nam lineola physica $\epsilon\gamma$, quam primum ad locum suum primum redierit, quiescet; [in statu suo expansionis naturali seu originali jam constituta] neque deinceps movebitur, nisi vel ab impetu corporis tremuli, [modo id proxime contingat] vel ab impetu pulsuum qui a corpore tremulo propagantur, [modo ab eodem aliquantum distet] motu novo cieatur. Quiescet igitur quam primum pulsus a corpore tremulo propagari desinunt.

PROP. 49.

Datis medii densitate et vi elastica, invenire velocitatem pulsuum.

FINGAMUS medium ab incumbente pondere pro more aeris nostri comprimi; sitque A altitudo medii homogenei, cujus pondus adæquet pondus incumbens, et cujus densitas eadem sit cum densitate medii compressi, in quo pulsus propagantur. Constitui autem intelligatur pendulum, cujus longitudo inter punctum suspensionis et centrum oscillationis sit A : et quo tempore pendulum illud oscillationem integram ex itu et reditu compositam peragit, eodem pulsus eundo conficiet spatium circumferentiæ circuli radio A descripti æquale.

Nam

(*) Nam stantibus quæ in propositione 47. constructa sunt, si linea quævis physica EF , singulis vibrationibus describendo spatium [Ee five] PS , urgeatur in extremis itus et reditus cujusque locis P et S , a vi elastica quæ ipsius ponderi æquetur; peraget hæc vibrationes singulas quo tempore eadem in cycloide, cujus perimeter tota longitudini PS æqualis est, oscillari posset [urgente ipsius pondere:] (id adeo quia vires æquales æqualia corpuscula per æqualia spatia simul impellent.) Quare cum oscillationum tempora sint in subduplicata ratione longitudinis pendulorum, et longitudo penduli æquetur dimidio arcui cycloidis totius; foret tempus vibrationis unius ad tempus oscillationis penduli cujus longitudo est A , in subduplicata ratione longitudinis $\frac{1}{2} PS$ seu PO ad longitudinem A . (*) Sed vis elastica, qua lineola physica EG in locis suis extremis P, S existens, urgetur, erat (in demonstratione propositionis 47.) ad ejus vim totam elasticam ut $HL-KN$ ad V , hoc est (cum punctum K jam incidat in P ,) [evanescente KN] ut [HL five] HK ad V : et vis illa tota, hoc est pondus incumbens,

(*) In hac propositione illustranda symbola quædam seu species literales pro quantitativibus ipsis de quibus agitur substituere opportunum erit. Sint igitur,

- E - - - Vis elastica in locis extremis.
 P - - - Vis tota elastica seu pondus incumbens.
 p - - - Vis elastica ponderi lineolæ æqualis.

Sint item,

$\left. \begin{array}{c} t \\ T \\ \tau \\ \Theta \\ \theta \end{array} \right\}$	tempus quo	$\left\{ \begin{array}{l} \text{lineola vibrationes singulas peragit urgente } E. \\ \text{lineola vibrat. sing. peragit urgente } p. \\ \text{oscillatur semel pendulum cujus longitudo est } A. \\ \text{pulsus peragit spatium} = \text{perim. circuli. rad. } A. \\ \text{pulsus latitudinem suam peragit.} \end{array} \right.$
---	------------	--

(*) $T : \tau :: FO^{\frac{1}{2}} : A^{\frac{1}{2}}$ Vide. Cotes de Motu pend. Theor. 4.

cumbens, quo lineola EG comprimitur, est ad pondus lineolæ ut ponderis incumbentis altitudo A ad lineolæ longitudinem EG [nam pondera voluminum aeris ejusdem densitatis erunt ut ipsa volumina, adeoque ut altitudines.] Ideoque ex æquo, vis qua lineola EG in locis suis P et S urgetur, est ad lineolæ illius pondus ut $HK \times A$ ad $V \times EG$ ^(b) five ut $PO \times A$ ad VV , nam [in constructione propositionis 47] HK erat ad EG ut PO ad V .

Quare (cum tempora quibus æqualia corpora per æqualia spatia impelluntur, sint reciproce in subduplicata ratione virium ^(c),) erit tempus vibrationis unius urgente vi illa elastica, ad tempus vibrationis, urgente vi ponderis, in subduplicata ratione VV ad $PO \times A$, atque ideo [ex æquo,] ad tempus [unius] oscillationis penduli cujus longitudo est A in subduplicata ratione VV ad $PO \times A$, et subduplicata ratione PO ad A conjunctim; id est, in integra ratione V ad A . Sed tempore vibrationis unius ex itu et reditu compositæ, pulsus progrediendo conficit latitudinem suam BC . Ergo, tempus quo pulsus percurrit spatium BC est ad tempus oscillationis unius ex itu et reditu compositæ, ut V ad A , id est, ut BC ad circumferentiam circuli cujus radius est A . Tempus autem,

K quo

^(b) Nam, $E : P :: HK : V$

Et, $P : p :: A : EG$

Ergo. ex æquo, $E : p :: HK \times A : EG \times V :: PO \times A : VV$

^(c) Nam, per Cor. 5. prop. 24. $\mathcal{Q} = \frac{P \times TT}{L}$

Datis igitur $\mathcal{Q}$ et L , erit, $TT = \frac{1}{P}$

adeoque, $T = \frac{1}{P^{\frac{1}{2}}}$

pulsus percurrent spatium BC , est ad tempus quo percurrent longitudinem huic circumferentiæ æqualem in eadem ratione ^(d); ideoque tempore talis oscillationis pulsus percurrent longitudinem huic circumferentiæ æqualem ^(e). $\mathcal{Q}. E. D.$

COR. I. Velocitas pulsuum ea est, quam acquirunt gravia æqualiter accelerato motu cadendo, et casu suo describendo dimidium altitudinis A .

Nam tempore casus hujus, cum velocitate [ultima] cadendo acquisita, pulsus percurrent spatium quod erit æquale toti altitudini A ; ideoque tempore oscillationis unius ex itu et reditu compositæ [cum eadem velocitate] percurrent spatium æquale circumferentiæ circuli radio A descripti: (est enim tempus casus [per $\frac{1}{2} A$ ad tempus oscillationis unius, ut diameter circuli ad circumferentiam; *Cotes, de motu pendulorum, Theorem. 3.* adeoque] ad tempus oscillationis [unius ex itu et reditu compositæ] ut radius circuli ad ejusdem circumferentiam.)

[Sed

(d) Nam tempora quibus pulsus motu uniformi propagatur erunt ut spatia percurfa.

(e) Quo melius innotescat nexus partium hujus demonstrationis perlongæ, demonstrationem ipsam in compendium redactam, ope specierum antea memoratarum, lectori exhibere libet.

$$\text{Erit, } t : T :: p^{\frac{1}{2}} : E^{\frac{1}{2}} :: \overline{VV}^{\frac{1}{2}} : \overline{PO \times A}^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Sed, } T : T :: PO^{\frac{1}{2}} : A^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Ergo, } t : T :: \overline{VV}^{\frac{1}{2}} \times PO^{\frac{1}{2}} : PO^{\frac{1}{2}} \times \overline{AA}^{\frac{1}{2}} :: V : A.$$

Sed $\theta = 2 t$. adeoque,

$$\text{Erit, } \theta : 2 T :: V : A :: BC : \text{perim. cir. rad. } A.$$

$$\text{Sed, } \theta : \theta :: BC : \text{perim. cir. rad. } A.$$

$$\text{Ergo, } 2 T = \theta.$$

[Sed hoc tempore pulsus tale spatium revera percurrent, per *prop.* 49. Ergo cum dicta velocitate.]

COR. 2. Unde cum altitudo illa A sit ut fluidi vis elastica [seu expansilis] directe et densitas ejusdem inverse; velocitas pulsuum erit [per Corol. præced. in subduplicata ratione $\frac{1}{2} A$, et proinde, integræ A ; hoc est,] in ratione composita ex subduplicata ratione densitatis inverse et subduplicata ratione vis elasticæ directe.

✱ Notandum est quod ope Corollarii prioris solvi possunt casus primus et secundus *prop.* 48. et ope posterioris, casus tertius ejusdem.



NOTÆ et ILLUSTRATIONES.

(Annot. A, Vide p. 7.)

VIR Clarus *Bouguer*, ex Academicis in Peruviam missis anno 1736, jussu et auspiciis *Philippi V.* et *Ludovici XV.* Hispaniarum et Francorum regum, ad metiendos in æquinoctiali plaga meridiani terrestres gradus, quo vera telluris figura certius innotesceret; affirmat, elaterem aeris ejusdem, esse semper et ubique regionum, densitati proportionalem, *Memoires de l'Acad An.* 1753. “ Nous avons fait cette expérience un très grand nombre de fois, soit en commun
“ soit en particulier dans le voyage du Perou : Nous étions
“ tous ensemble lorsque nous la fîmes à la Martinique, nous
“ la répétâmes Mr. De la Condamine & moi sur le Morne
“ de St. Lewis dans l'Isle de St. Domingue; nous l'avons fait
“ au bord de la mer du sud, & en divers endroits au haut de
“ la Cordelière du Pérou, nommément sur le sommet pierreux
“ de Pitchinca montagne adjacente à Quito, dont la hauteur
“ verticale est 2434 toises, & où le mercure dans le Baromètre ne se soutenoit qu'à 15 pouces 11 lines. *J'ai toujours*
“ *trouvé sans aucun exception, que les élasticités de la même masse*
“ *d'air suivoient exactement le rapport de ses densités.*”

Annot. B.

(*Annot B. Vide p. 111.*)

VAPORES et exhalationes esse aere nostro specificè leviores, constat, ex nubium nebularumque (quæ sunt tantum vaporum congeries) suspensione; et certissime, ex observationibus Barometricis, *Vide Annot. D. § 3.* Variis igitur in altitudinibus atmosphæræ sistentur pro varia sua gravitate specifica, licet in regionibus inferioribus, ob nimiam superiorum tenuitatem, ut plurimum versentur. Afferit *De Luc*, in opere suo egregio, *Recherches sur les Modifications de l'Atmosphère*, 2 vol. Quarto, *Genev.* 1772. vapores visibiles vix altitudinem 300 hexapedarum transcendere, § 703, etsi longe altius insurgant vapores invisibiles. Hinc constat cur vertex præaltorum montium sæpe nubes transcendat. Hinc quoque facilis solutio datur, cur tempore tranquillo, ventis ferme sopitis, exhalationes ex cratere *Vesuvii* æstuantis emissæ in sublime ascendant, atque deinde tractum atmosphæræ horizonti parallelum tranent; cum exhalationes *Ætneæ* secundum montis conflantis latera deorsum vergant: nam ascendent priores, ob vertex demissiore, descendent posteriores, ob vertex *Ætneum* longe altiore, donec regiones aeris ejusdem circiter ponderis specifici attingant, ubi, ventis leniter urgentibus, motu horizontali ferentur. Elevationes autem et depressiones exhalationum harum coacervatarum, munere Barometri incolis regionum circumjacentium funguntur. *De Luc* § 705, § 706, & § 675. Pari ex causa figmentum poeticum

E.

ticum de *Æolo* rege ventorum ortum duxisse testatur *Plinius Hist. Nat. Lib. 3. c. 9.* “Tertia [Insularum quæ *Æoliæ* appellantur] Strongyle, a Lipara mill. pass. ad exortum fossilis vergens, in qua [Iliacis temporibus] regnavit *Æolus*, quæ a Lipara liquidiore tantum flamma differt: e cujus fumo, quinam flaturi sint venti in triduum prædicere incolæ traduntur: unde ventos *Æolo* paruisse existimatum.” Itemque *Diodorus Siculus, Lib. 5.*

2. *VAPORES* esse aere specificè leviores, ut et ignem esse vaporum vehiculum, insigni quadam observatione *De Luc, § 694,* confirmare et probare libet. “Je l’observai le 30 Mai, 1756, à la plus haute de mes stations sur la montagne de *Salève*. L’air étoit très pur vers le lever du soleil, & il demeura dans cet état jusqu’à huit heures du matin. Je vis alors quelques nuages parsemés dans l’air, sans m’être aperçu qu’ils eussent été apportés par le vent: il avoit été le matin. *l’Est*, il passa ensuite au *Nord-Est*, & enfin au *Nord*; mais il fut toujours très foible. Pendant que je réfléchissois sur l’apparition subite des nuages, je découvris un petit amas de vapeurs du côté du *Nord* à 300 ou 400 pieds au-dessous de moi. Je le considérai avec attention; & je remarquai d’abord, que son volume augmentoit sensiblement, sans qu’il me fût possible d’apercevoir d’où lui venoient ses accroissemens. Je vis ensuite, qu’au lieu de s’abaisser à mesure qu’il grossissoit & qu’il paroïssoit même devenir plus dense, il s’élevoit
“ au.

B.

“ au contraire. Le vent le pouffoit insensiblement vers moi.
 “ Il m’atteignit enfin, & m’environna tellement, que je ne vis
 “ plus ni le ciel ni la plaine. Je pensai au même instant à
 “ observer mon Thermomètre, qui étoit suspendu en plein air,
 “ expose au soleil, & que j’avois vu auparavant à $+4\frac{2}{3}$; je
 “ présumois que l’action du soleil étant interceptée par ce
 “ nuage, mon Thermomètre devoit baisser, & je fus très sur-
 “ pris de le voir au contraire à $+5\frac{1}{3}$. Le nuage qui continuoit
 “ à monter obliquement vers le *Sud*, abandonna bientôt le
 “ lieu où j’étois : le soleil reparut ; mais malgré son action, le
 “ Thermomètre redescendit insensiblement ; & se trouva
 “ quelque tems après au point où je l’avois vu avant le passage
 “ de ces *vapeurs*. Il est donc certain qu’elles contenoient plus
 “ de *feu* que l’air dont elles étoient environnées.

Hic quoque memorare licet observationes quasdam nubium
 igne pluentium, ex *Richard, Histoire naturelle de l’air, Vol. 5,*
p. 370.

“ Au mois de Novembre 1741, un nuage de cette
 “ espèce chassé par un vent *d’Est* très-violent, après s’être
 “ heurté plusieurs fois contre les montagnes qui sont au dessus
 “ de la ville d’*Almerie* au Royaume de Grenade en Espagne,
 “ près du cap de Gate, par les trente-cinq degrés cinquante-un
 “ minutes de latitude, se brisa, & il en sortit une pluie d’étin-
 “ celles ardentes, qui non-seulement mirent le feu à toute la
 “ campagne des environs, & sur-tout aux bruyères dont sont
 “ couvertes les montagnes apellées Alpuxarras, contre les-
 “ quelles

B.

“ quelles le nuage s'étoit arrêté, mais encore à une partie de
 “ l'escadre commandée par M. de Court, & qui étoit alors
 “ au port d'*Almérie*. Les vaisseaux, le *Saint-Esprit*, commandé
 “ par M. de Piolenk, le *Tigre*, par M. de la Galiffoniere, &
 “ l'*Eole* par M. le Chevalier d'Albert, furent endommagés
 “ par la chute de ces feux. Ce fait m'a été certifié par M. le
 “ Marquis de Bataille, Gouverneur de Flavigny, alors Officier
 “ de cette Escadre.”

“ Le 10 Mars 1695 sur les sept heures du soir, il s'éleva
 “ à *Châtillon sur Seine* un grand orage : la tête de la nuée qui
 “ paroissoit l'exciter s'étant enflammée, l'air parut tout en feu,
 “ ceux qui le virent en furent fort effrayés & crurent que les
 “ villages voisins étoient entièrement consumés par le feu qui
 “ tomboit de tous côtés en étincelles semblables à celles qui
 “ sortent du fer rouge quand on le bat. Après être tombées
 “ elles rouloient quelque tems à terre, & devenoient bleues ;
 “ elles s'éteignoient ensuite. Cette pluie de feu dura un quart
 “ d'heure, occupa un grand terrain, où elle ne causa point
 “ d'incendie ; à la queue de l'orage la neige tomboit à grand
 “ flocons.

“ Un pluie de cette espèce ne pouvoit être occasionnée que
 “ par le développement d'une grande quantité de matière élec-
 “ trique unie à un Phlogistique lourd & assez abondant pour
 “ l'entraîner dans sa chute. Elle étoit précipitée par l'action
 “ immédiate des exhalaisons nitreuses qui sortoient en abon-
 “ dance de nuée de neige, qui suivoit de près la nuée de feu
 “ qu'elle remplaça. Ces phénomènes sont rares ; cependant ils
 “ ont tous à peu près les mêmes causes & les mêmes effets, &

L

“ leur

B.

“ leur matière ne paroît être que celle des aurores boréales,
 “ ainsi que nous l’expliquerons, en parlant de ce météore sin-
 “ gulier & brillant.” Vide quoque *Hamilton, Essay on the*
Aurora Borealis and Tails of Comets. Dublin, 1767.

3. Ex his observationibus constat ignem aquæ quam aeri
 esse magis affinem. Cur ignis aqua extinguatur hinc mani-
 festum est, ignis enim, relictâ materiâ adustâ quacum soci-
 atur, aquæ, ob majorem affinitatem, sese adjungendo dissipatur.
 Contra aere puro ventilatur et intenditur ignis; aer enim ob
 minorem affinitatem, egressui ignis in corporibus hærentis
 obstat, et in vinculis quasi, ne effugiat coercet. *De Luc,*
 § 676, &c.

4. HINC diversam temperiem ventorum Zephyri Austrique,
 Euri Boreæque in nostris regionibus solvit *De Luc*, § 679.
 Priores enim æquora vasta transcurrento, vaporibus aqueis
 calentibus referti accedunt, Auster præsertim, qui a plagis
 æquinoctialibus digressus advehitur; augetur item horum va-
 porum calor in transcurso per ignem electricum in atmos-
 phæra latentem, hisce valde affinem. Contra Boreas Eurusque
 ingentes continentes terras tranando, (e quibus hyperboreæ
 nunquam fere viduantur pruinis,) aerem frigidum aridumque
 et idcirco actioni ignis electrici minus patentem, secum de-
 portant.

5. VAPORES aqueos et nubes aere sicco absorberi posse
 constat. Hoc confirmare libet observatione quadam *De Luc*
 § 729.

“ J’ai

B.

“ J’ai été témoin d’un des plus singuliers phénomènes de
 “ cette espèce en voyageant dans les Alpes. Il avoit plu pen-
 “ dant la nuit précédente ; l’air étoit devenu ferein, par un
 “ petit vent Nord-Est ; & il ne restoit plus de *nuages* que dans
 “ les enfoncemens des montagnes. J’étois alors fort avancé
 “ dans la largeur de la chaîne des Alpes, & par conséquent,
 “ quoique je voyageasse dans un large vallée, j’étois déjà très
 “ élevé. Je quittai le grand chemin, pour visiter une mine de
 “ plomb (à *Pessèi*) & je fus obligé pour y parvenir, de monter
 “ assez haut sur la montagne, avant d’entrer dans un gorge qui
 “ conduisit à cette mine. Lorsque je fus dans cette petite val-
 “ lée, je n’apperçus plus le vent Nord-Est qui régnoit dans la
 “ grande, & je vis venir à moi une bande de *nuages*, qui par-
 “ couroit lentement le côté de la montagne opposé à celui ou
 “ je me trouvois, & à peu-près à ma hauteur. Je m’attendois
 “ à voir ces *nuages* acquérir un mouvement plus rapide, &
 “ une direction différente, lorsqu’ils feroient parvenus dans la
 “ grande vallée ; c’est pourquoi je les suivis des yeux : mais je
 “ fus fort surpris de ce qu’ils parurent au contraire se fixer en
 “ cet endroit-là. Je crus d’abord que le vent s’opposoit à leur
 “ sortie, & qu’ils s’accumuleroient à la embouchure du défilé,
 “ parce que le mouvement progressif continuoit par derrière.
 “ Mais cela n’arriva point, & mon attention redoubla par
 “ cette singularité. Je m’arrêtai pour considérer ce Phéno-
 “ mène ; & comme l’endroit où les *nuages* paroissoient se fix-
 “ er, n’étoit éloigné de moi, que d’environ 100 toises, je vis
 “ distinctement, que dès qu’ils étoient parvenus à ce point, le
 “ vent occasionnoit un peu d’agitation à leur extrémité ; il

B.

“ en séparoit de petits flocons, qui diminuoient de volume,
“ en s'éloignant peu-à-peu de la masse dont ils avoient été
“ détachés, & qui se dissipoient entièrement à une petite
“ distance : de sorte qu'au bout d'une heure, cette chaine de
“ *nuages*, qui avoit au moins 200 *toises* de longueur, fut en-
“ tièrement absorbée. Je vis aussi, que les autres *nuages*
“ parsemés autour des montagnes, se dissipoient comme
“ celui que j'avois observé. L'air devint enfin absolument
“ ferein.”

Annot. C.

(Annot. C. Vide p. 11.)

1. **I**NSIGNI experimentorum serie detexit *Muschenbroek*, omnium metallorum ferrum calore minime dilatari; est igitur hoc metallum omnium commodissimum ad construendas machinas, quæ calore et frigore minime mutandæ forent. *Additam. in Exper. Florent. circa mutationem capacitatis vasorum vitreorum.*

2. HINC vulgo virgis ferreis instruuntur Pendula. Horum vero longitudinem calore aliquantulum augeri constat. Virga ferrea pedes tres longa, tempore hyberno in *Anglia*, brevior est quam tempore æstivo, sexta parte lineæ unius; quantum sensit *Newtonus*. Observavit *Picartus* quod virga ferrea quæ tempore hyberno ubi gelabant frigora, erat pedis unius longitudinis, ad ignem calefacta evasit pedis unius cum quarta parte lineæ. Deinde *De la Hire* observavit quod virga ferrea quæ tempore consimili hyberno sex erat pedum longitudinis, ubi soli æstivo exponebatur evasit sex pedum longitudinis cum duabus tertiis partibus lineæ. In priore casu calor major fuit quam in posteriore, in hoc vero major fuit quam calor externarum partium corporis humani. Nam metalla ad solem æstivum valde incalescunt. Vide *Principia Lib. 3. Prop. 20.* Et quidem experimentis quamplurimis factis, compertit *Bouguer*, actionem solis longe efficaciorē esse ad ferrum cæteraque metalla dilatanda quam calor aquæ ebullientis. *Memoires de L'Acad. 1744.* Porro, radios lunares neutiquam calefacere, ne vel per lentem in focus coactos, memorat, *Muschenbroek. Elem. Nat. Phil. § 819.*

3. OPTIME

C.

3. OPTIME vero constituentur Pendulorum virgæ, Barometrorum et Thermometrorum thecæ [*montures*] ex ligno abiegno seu pineo, quod utique in longum minime variatur vel calore vel humiditate. Invenit *De Luc*, stipitem abiegnum tres pedes longum, $3\frac{1}{4}$ digitos latum, et unum digitum crassum, per omnes vicissitudines æstivas anni 1764, parte tantum quadragesima quartâ unius lineæ longiorem evasisse. *Recherches sur l'Atmosphère, &c.* § 362.

4. CUR Variatur altitudo mercurii in Barometro pro aeris temperatura, manente pondere atmosphærico, hinc constat. Invenit equidem *Amontons* hydrargyrum a summo frigore hyberno usque ad summum calorem æstivum, sicuti obtinent hæc in *Gallia*, in majus expandi parte $\frac{11}{15}$ totius voluminis. *Hist. l'Acad.* 1704. Contendit vero *De Luc*, dilatationes mercurii in Barometro duabus causis modificari. 1. dilatationibus tubi necnon et thecæ cui apponitur scala. 2. renitentia aeris residui in summitate tubi. § 351. Ex experimentis autem compluribus accuratissime factis collegit, altitudinem mercurii in Barometro, eo calore agitati qui Thermometrum a termino congelationis quem exhibet glacies contrita, ad terminum caloris aquæ ebullientis attolleret, sex lineis accurate augeri. § 364.

5. CUR Thermometer in fluidum calidius immersus brevem depressionem patitur priusquam ascenderit, et contra in frigidius immersus, brevem elevationem priusquam descenderit, hinc quoque manifestum est; nam calore applicato, celerius dilatatur tubus quam liquor inclusus, contra frigore celerius constringitur tubus quam liquor.

6. THER-

C.

6. THERMOMETRI mercuriales cæteris anteponendi, secundum *De Luc*, § 421, § 423, 424, &c. Nam 1. Contractiones et dilatationes mercurii rationem frigoris et caloris accuratissime sequuntur, unde discrimina voluminis mercurii, discrimina caloris aut frigoris variabilis certissime dabunt. 2. Actioni caloris aut frigoris citissime obtemperat mercurius; et tamen, 3. Ægre gelatur ebullitve mercurius, adeoque latos limites variabilis caloris et frigoris exhibet. 4. In ipso congelationis articulo non dilatatur in morem liquorum aqueorum. 5. Omnium fluidorum mixturis heterogeneis maxime vacat mercurius. 6. Aere, cujus elater in hac re admodum nocet, facillime purgari potest. 7. Vapores mercuriales calore elicti, omnium minime expansiles evadunt. Hisce memoratis, subjungit *De Luc*, § 426 p. "Un amateur de la Physique, à qui je
"communiquois mes remarques sur les avantages qu'on
"peut retirer de l'emploi du *mercure* dans la mesure de la
"chaleur, les sentit si vivement, qu'il s'écria: *certainement*
"*la Nature nous a donné ce minéral pour faire des Thermomètres!*"

IN Thermometro mercuriali ex constructione *De Luc*, Terminorum fixorum inferior, seu *zero*, frigus glaciei ad fusionem redactæ indicat; superior, seu gradus *octogesimus* supra *zero*, calorem aquæ inter ebulliendum designat, ubi mercurius in Barometro attingit altitudinem 27 digitorum *Parisiensium*; et gradus 16½ supra *zero*, temperaturam aeris fixam, ubi altitudines locorum Barometrice definiendæ, correctione propter calorem haud indigent. Vide *Annot. F.* Gradus autem supra *zero* annumerantur positivi, infra, negativi. Parum differt Thermometer *De Luc* a Thermometro *Reaumuriano*, ex spiritu vini admixta

C.

mixta aquæ parte $\frac{1}{2}$ conflato, et ad eandem scalam 80 graduum redacto; (a) uti videre licet *De Luc* § 442 g et 441 b. Hujus termini fixi, scilicet zero et gradus octogesima, gradibus Thermometri mercurialis ex constructione *Fahrenheit*, 32 et 212 respective, respondent. In thermometro mercuriali ex constructione *De Lisle* unus tantum adhibetur terminus fixus, nempe calor aquæ ebullientis, cui zero respondet; gradus autem 150^{mus} infra zero, congelationem designat. At præstant Thermometri in quibus duo statuuntur termini fixi, utpote errori in gradibus designandis minus obnoxii.

Observandum restat, quod licet Thermometri mercuriales cæteris jure anteponantur, tamen ab usu communi haud ablegandi sunt Thermometri ex spiritu vini, &c. constructi; cum hi liquores paratiores sint, et per calorem frigufve magis expandi aut constringi soleant: nam mercurius omnium minime dilatatur aut contrahitur.

7. PRIMUS ad congelationem redegit mercurium *D. Braun* ex Academicis *Petropolitanis*, mense Decembris, Anno, 1759. immergendo utique Thermometrum ex constructione *De Lisle*, in nivem ad fusionem usque deductam ope aquæ fortis immistæ, qui hoc pacto ad gradum - 530 descendit, gradu - 199 tunc indicante aeris frigus naturale. Mercurius autem speciem plumbi præ se tulit, atque in aere aperto non nisi 12 minutis primis denuo liquefactus est. Initium congelationis est

(a) In scala Thermometro vero *Reaumuriano* apposita, centum annumerantur gradus inter terminos fixos.

C.

est factum gradu frigoris naturalis gradu - 175, artificialis seu factitii - 465. Mercurium non actu ex parte sua exteriori gelari, gradu frigoris naturalis minore quam - 185; penitus autem gelari gradu frigoris naturalis - 190, et factitii - 630 vel 640, deprehendit.

IN primis experimentis suis duo notavit *Braun*, mercurium inter gelandum non ordine descendisse ut antea, sed impetu quodam per saltum decidisse; atque eodem instanti disruptam esse thermometri bullam. *Casus* mercurii *subitus* contractionem mercurii inter gelandum abnormem indicare videtur, at solvit hoc *De Luc*, ex frictione quam passa est columna mercurii in tubo. *Disruptionem bullæ*, quæ prima facie, mercurii dilatationem inter gelandum indicare videtur, ex eo solvit, quod mercurius frigore minus constringitur, quam bulla vitrea; vel ex eo quod vitri crassioris laminæ externæ citius frigore contrahantur quam internæ. Et quidem iteratis experimentis suis *Braun* bullarum ope ex vitro tenuissimo conflatarum, non amplius disruptæ sunt bullæ: cum per totam suam substantiam eodem ferme instanti frigus conceperint. Vide *Nov. Comment. Petrop.* 1765. Et *De Luc.* § 415, a &c. 415 n, 416 x.

Contra, absque ebullitione sustentat mercurius gradum caloris cui respondet + 275 Thermometri *De Luc*, uti ipse expertus est; asserit autem *Braun*, mercurium non actu ebullisse nisi caloris gradu quem indicat + 414 Thermometri *De Lisle* seu + 300 $\frac{1}{2}$ thermometri *De Luc*.

AQUAM gelando dilatari ex vasorum disruptione constat, et quidem prodit glacies specificè levior aquâ in ratione 8 ad

C.

9 circiter. Deprehendit accuratissimus *De Luc* experimentis factis, contractiones successivas aquæ, inter gelandum, vel paulo ante, in dilatationes subito mutari; idque non solum aquæ, sed et spiritui vini, aliisque liquoribus aqueis incidisse. Suspiciatur autem, liquores aqueos in contractionibus suis, duabus causis oppositis obsequi; quarum prior scil; decrementum caloris decrementum voluminis proportionale inducit; posterior quæcunque sit, huic in progressu ad congelationem adversando, effectum contrarium, scil; voluminis incrementum præstare conatur: adeo ut liquorum condensationes apparentes sint tantum excessus condensationum decrecentium ex calore decrecente, supra dilatationes crescentes ex altera ista causa oriundas. Porro, operari istam causam suspiciatur, cogendo in unum particulas aereas per liquorem diffeminatas, quarum conjunctarum magis pollet elater, quam in statu suo disjuncto. § 413 et seqq.

9. LICET liquorum aqueorum (necnon et mercurii) calor continuata ebullitione non intendatur, contra morem liquorum viscidorum, Olei Terebinthi, &c. tamen variabitur horum calor pro pressione atmosphæræ. Nam in recipiente Antliæ Pneumaticæ, aqua minore ebullit calore, pro ratione aeris extracti; contra, in Digestore Papiniano, aucta pressione aeris per reactionem parietum machinæ, magnopere intenditur fervor aquæ inclusæ inter ebulliendum. In locis editioribus item minus, in depressioribus magis fervet aqua ebulliens. Et
quidem

C.

quidem ignem ipsum non nisi ægre accendi in stationibus suis editissimisprehendit *De Luc.* § 449. § 861. § 903.

HINC terminum fixum caloris in Thermometro non præstat aquæ ebullientis calor, vel in iisdem locis, ni mercurius in Barometro ad eandem altitudinem hæreat; uti primus detexit *Fahrenheit*, Thermometri mercurialis inventor, Anno 1724. Sed in nostris regionibus sæpe incidit variatio 2 graduum in altitudine mercurii in Barometro, at hæc, differentiam partis quinquagesimæ totius intervalli 80 graduum inter terminos fixos inducet; in observationibus ἀκριβείαν desiderantibus minime temnendam. Apud stationes editiores autem adhuc major evadere potest. Vide *De Luc.* § 451 i.

DECREMENTA caloris aquæ ebullientis æqualia depressiones mercurii in Barometro æquales non accurate sequi, sed majora evadere quam postulerent depressiones, detexit *De Luc.*; et plurimum frustra conatus, quo legem variabilis caloris investigaret, tandem invenit differentias caloris progressionem musicam sequi, variantibus altitudinibus mercurii in progressionem arithmetica. § 449, et § 959. Vide *F. not. (b)*.

10. CORPORUM incalescentium brevem constrictionem dilatationi antegressam notarunt *Academici Florentini*. Ex horum experimentis, unum a ratione corporis sonori petitum, recensere fas sit. “ In crasso arcu vitreo chordam tetendimus
“ ut esset in octavâ cum citharæ chorda, applicatoque calore ad
“ superficiem arcus convexam, ne tamen usque ad superficiem
“ concavam perveniret, sonus gravior factus est prout aper-
“ tura

C.

“ tura arcus imminuebatur, et ideo chorda laxabatur; cum
 “ vero penetraverit per totum vitrum, chorda ita tensa fuit,
 “ ut sonus priore harmonia acutior evaserit.” *Exper. 5.*
Circa mutationem capacitatis vasorum vitreorum.

II. CORPORUM pondus actione ignis tam terrestris quam
 solaris aliquantulum augeri constat experimentis a *Muschens-
 broek* memoratis, *Nat. Philos.* § 787 et seqq. Porro, laminam
 ferream varios gradus caloris successive concipientem, ante-
 quam canduerit, omnes iridis colores ordine exhibere, notat
Rowning, Nat. Phil. Vol. 2, p. 74.

Annot. D.

(Annot. D. Vide p. 14.)

1. **M**ERCURIUM in Barometro sustentari pressione atmosphææ, notissimum est; sublato enim aere externo, decidit mercurius in tubo; restituto, recurrit. Variante igitur pressione atmosphææ variabitur altitudo mercurii in Barometro stativo seu fixo: altitudines autem variabiles Barometri stativi apud nos, inter digitos *Anglicos* 28 et 31, ut plurimum comprehenduntur.

2. **P**RESSIONIS atmosphææ in dato loco variabilis causam præcipuam ponunt acutissimus *Halley*, eumque secuti, in ventis. Nam venti, modo vehementius ingruant secundum plagam aliquam determinatam, partem aeris secum deportant, novo aere non nisi tardius in spatium evacuatum succedente: præterea, impetus horizontalis quo transfertur aer, gravitatem ejus aliquantum minuet. Contra, accumulabitur aer translatione subitâ ventorum in plagas oppositas, aut concursu ventorum contrariorum. Hinc, inter Tropicos, parum variabitur altitudo mercurii in Barometro, ob constantem et æquabilem fluxum ventorum versus partes occidentales: at in regionibus utrinque reductis, ventorum inconstantiae crebras mutationes altitudinis mercurii inducent. Vide *Phil. Transf.* No. 181, vel *Rowning, Nat. Phil. Part 2, p. 88.*

Cæterum *De Luc*, quum ad examen revocasset Hypothesin *Halleii*, licet inter causas particulares variationum Barometri jure admitti accumulationem aut dissipationem aeris a ventis oriundam

D.

oriundam censet; tamen hanc efficacissimam esse negat. Vide animadversiones *De Luc* in solutiones Phænomenorum Barometricorum quas proposuit *Halley*, § 130, et 223. Porro, computo inito, invenit decrementum ponderis aeris motu horizontali per ventos vehementissimos translati, prorsus insensibile evadere. Demonstravit enim *Hugenius*, quod corpus 17^{ies} circa terram tempore 24 horarum proxime revolventis, ob intensiorem vis centrifugæ, gravitatem suam in terram, seu pondus, prorsus amitteret; et cum ista velocitate, 24339 pedes singulis minutis secundis progrediendo absolveret. Venti autem incitatissimi, eodem tempore 85 pedes circiter peragunt. Cum igitur vires centrifugæ corporum in circulis magnis revolventium sint in duplicata ratione velocitatum, posito quod ventorum virtus per totam atmosphæræ altitudinem extenditur, (in quo casu maxima evaderet,) minuentur pondera columnarum aeris translati in ratione duplicata 85 ad 24339, hoc est, parte $\frac{1}{284}$ totius ponderis. Et proinde, si harum columnarum singulæ sint in æquilibrio cum columna mercurii 28 digit. *Paris*: alti, depresso mercurii in Barometro, ex impetu ventorum incitatissimorum oriunda, evaderet tantum $\frac{1}{284}$ pars unius lineæ. At hæc oculos nostros prorsus effugeret. Experientiam item Theoriæ suffragari deprehendit *De Luc*, § 195, 196.

3. ALTERAM causam statuit *Halley*, vaporum exhalationumque variabilem quantitatem. (Vapores enim haud parum

D.

parum augere massam atmosphæricam censuit.) Et hanc quidem causam variationum Barometri longe efficacissimam ponit accuratissimus *De Luc*; licet, contra *Halleii* aliorumque Physicorum insignium sententiam, affirmet vapores et exhalationes esse aere vero specificè leviores, eosdemq; massam atmosphære parum augere, quamvis volumini atmosphærico incrementa notabilia inducere possint. Vapores enim, (præsertim si incalescant) majori elatere quam aer verus pollentes, magnas intumescencias columnarum aeris ubi hospitantur, efficient; unde aer summitate columnarum sublevatus, in proximas hinc inde submissiores defluet, atque hoc defluxu, decrementum massæ, adeoque et gravitatis columnarum ipsarum inducet. *Vide* § 714. Et quidem aliâ vix ratione solvi possunt insignes mercurii depressiones, quæ cælo fudo et tranquillo, sed vaporibus affatim saturato, quandoque contingunt; qualis notante *De Luc* § 724, *Genevæ* obtigit, Decembris 13, Anno 1763. ubi depressus est mercurius ad usque 25 digit. 10 $\frac{3}{4}$ lin. Præterea, obtinent maximæ Barometri variationes in regionibus atmosphære demissioribus, quas, ob nimiam superiorum tenuitatem, maxime frequentant vapores. Superiores hisce mutationibus minus obnoxie sunt, uti sæpissime experti sunt Academici in *Peruviam* missi, necnon et *De Luc*.

HINC, ingruentibus ventis humidis, Austro, Zephyroque, (Austro præsertim acrem calidiorem deportante) deprimetur mercurius; ficcis autem, Aquilone et Subsolano, erigetur. Fieri tamen potest, ut subita translatione facta ventorum in oppositas

D.

positas partes, immutentur hæc evadantque contraria. At hoc rarum et minime diutinum. *De Luc*, § 727.

4. SEMOTIS autem cæteris variationum Barometri stativi causis, restat alia ex actione solis oriunda. Decursu enim ejusdem diei, aliquantum variabitur altitudo mercurii pro variabili temperatura atmosphære respectu caloris et frigoris: calor enim, aeris elaterem intendendo, atmosphære in parte foli subiecta densitatem, atque ideo pondus minuet. Hinc mane sub solis exortum, minimus evadit calor diurnus, et tum mercurius altissimus; parte quinta circiter peracta totius temporis quo sol supra horizontem moratur, incipiendo a solis ortu, necnon et paulo ante solis occasum, calor uti et altitudo mercurii mediocriter se habet; non autem nisi tribus partibus peractis circiter, aer (ob inertiam suam actioni solis haud confestim obtemperans,) maximum calorem concipit, et maxime deprimi solet mercurius. Atque in quibuscunque regionibus eadem obtinere verisimile est, nam *Condamine*, mercurium in Provincia *Quitensi* demississimum, cæteris paribus, deprehendit hora tertiâ pomeridiana circiter; scilicet, tribus quartis partibus duodenarum horarum diem in ista latitudine constituentium elapsis. Vide *Journal de Voyage a l'Equateur*. His adde, quod urgente sole meridiano aliquantum dilatabitur columna mercurii in tubo, Vide *Annot C.* § 4. Hinc commodissime instituentur observationes Barometricæ tempore matutino, parte circiter quinta

D.

tâ die peracta, incipiendo ab ortu solis; vel paulo ante solis occasum cum jam deferbuerit æstus. Vide *De Luc*, § 595, 596, 659, 741.

5. QUONIAM vero ex sola constructione vitiosa Barometrorum, variationes atmosphæræ ex indiciis ejusdem Barometri stativi, vel plurium inter se collatarum eruendæ, hæd raro a veris abludent, vel secum pugnent; visum est, cautiones quasdam de Barometrorum constructione et usu, proferre ex *De Luc*, § 387, &c. 1. Tubi vitrei ex materia uniformi, quantum fieri potest, conflari debent, nam inter mercurium et vitra heterogenea variæ intercedunt attractionum affinitates. 2. Tubi quam accuratissime cylindrici construi debent; et diametri omnes interiores ejusdem tubi æquales esse debent, præsertim in partibus quas contingit mercurii superficies: nam elevationes aut depressiones mercurii in tubo, si in partibus tubi angustioribus vel latioribus spectentur, majores vel minores prodeunt quam postulant pressio atmosphæræ, calor, &c. Diameter tubi interior debet esse linearum $2\frac{1}{2}$ vel 3 circiter. 3. Superficies interior tuborum quam maxime tersa et polita esse debet, quo minuatur adhæsió inter mercurium et parietes tuborum. 4. Mercurius purissimus adhibendus, qualem Chymici ope cinnabari, vel simplici distillatione præstant. 5. A particulis aereis igne purgandus est mercurius, hæ enim in vacuum ad summitatem tubi elapsæ, renixu suo ascensui mercurii obstant, idque magis vel minus pro majore

N.

vel

D.

vel minore calore externo. 6. In ipso tubo per omnes ejus partes igni successive admoto, ad ebullitionem redigatur mercurius; quo pacto, pellentur tam particulæ aeris in mercurio latentes, quam particulæ pulveris aut humoris superficiei tubi adhærentes. 7. Craffitudo vitri semissem lineæ exsuperare non debet; aliter enim, vix ebulliet mercurius absque tubi disruptione, et præterea, per vitrum craffius non satis tranflucet mercurius quo ejus altitudo accurate cerni possit. 8. Scala graduum tubo apposita ad accuratam et certam quandam normam revocanda est; aliter, Barometrorum etiam ejusdem formæ, observationes simul institutæ diversis in locis, vix inter sese conciliandæ, et adhuc minus, si Barometri in forma sua ab invicem discrepent. 9. Forma Barometrorum (præsertim mobilium, ubi major quædam cura adhibenda est, vide *Annot. F.* § 4.) probatissima, est tubi simplicis, in morem syphonis, a parte inferiore inflexi; et altitudo columnæ mercurii in æquilibrio cum columna aeris ad summitatem atmosphæræ assurgentis, est semper interval- lum rectum inter binas superficies mercurii in utroque crure. In Barometro stativo, ubi minores cernuntur depreffiones, satis commode adhibetur tubus rectus in vas mercurii immiffus, cujus diameter adeo exsuperet diametrum tubi, ut per omnes variationes altitudinis mercurii in tubo, vix varietur altitudo mercurii in vase: aliter, scala variationum altitudinis mercurii tubo opposita, veras variationes totius non accurate indicabit. Vituperandi Barometri inflexi a parte superiore, licet
variationes

D.

variationes magis sensibiles edant, ob auctam frictionem et levatum pondus mercurii in parte inflexa tuborum hærentis. 10. In positione normali sisti debet Barometer, quod ope fili pondere plumbeo instructi, præstari potest. Identidem purganda est superficies mercurii quam contingit aer externus, a pellicula quadam seu sordibus subinde nascituris; et agitan- dus tubus quo tollatur adhæsiō inter mercurium et vitrum, quo pacto altitudo mercurii in tubo certius indicabit pressionem atmosphæræ. 12. Quo notetur accurate altitudo mercurii in Barometro, sistenda est acies ad libellam superficiē mer- curii in tubo.

6. PONDUS atmosphæræ totius terram ambientis in medio suo statu ad computum revocare aggressi sunt Physici. Ex calculo *Bernoulliano*, pondus oceani mercurii terram ad altitu- dinem usque 29 digitorum *Rhenanorum* cooperientis, cui æqui- pollet pondus mediocri totius atmosphæræ, fit 6,687,360,000- 000,000,000 librarum. Vide *Encyclopediam Yverdon. Quarto. vocab. Air. Cotes*, elegantius, pro more suo, substitutione facta, pondus totius atmosphæræ terrestris ponderi globi plumbei diametro 60 ferme milliar. descripti æquari depre- hendit. *Lect. 8, ad calcem.*

(Annot. E. Vide p. 14.)

1. **D**ECREMENTUM ponderis atmosphærici si ascendatur, et incrementum ejusdem si descendatur, evincit notabilis mercurii depressio in montium excelsorum jugis, ejusque elevatio in fodinis demissioribus. *Perriere*, in summitate montis *Arvernorum* altissimi, *Puy de Dome*, 810 hexaped: supra maris libellam insurgentis, altitudinem mercurii 23 digit. 2 lin. notavit. *Halley*, in summitate *Snowdon* 3270 pedes *Anglicos* alti, depressionem 3, 8 digitorumprehendit. At depressiones mercurii longe maximas adnotarunt Academici celebres in *Peruviam* missi. Ad maris libellam, hæsit mercurius ut plurimum in altitudine 28 digitorum *Parisiensium*. Ad Urbem *Quitensem* 1460 hexapedas supra mare elevatam, (altius scil; quam *Canigou* et *Pic du Midi*, montium *Pyreneorum* vertices altissimi: licet hæc quasi elevatio baseos seu radicum jugorum immanium *Andes*, vallem *Quitensem* hinc inde claudentium, cenferi potest,) stetit mercurius ad 20 digit. 1 lin. In stationum suarum minime elevatâ *Carabourou*, ad 21 digit, 2 $\frac{1}{4}$ lin. In summitate saxosâ seu confragosa montis *Pitchinca* urbi *Quito* imminente, 2434 hexaped: altâ, plerumque substitit ad 16 digit. 1 lin. In summitate *Choussalong* seu *Coraçon de Barionuevo*, 2476 hexaped. altâ, substitit ad 15 digit, 9 lin. “ On n’avoit jamais porté Baromètre, sub-
“ jungit *Bouguer*, dans un lieu si haut ; & il y a même beau-
“ coup d’apparence que personne n’y étoit allé ; car il faut
“ un

E.

“ un motif pour entreprendre de pareils voyages. L’amour
 “ des richesses qui remue tant de gens au *Pérou* comme par-
 “ tout ailleurs, bien loin de les conduire sur le rochers si
 “ élevés, les sollicite plutôt à chercher en bas dans les ra-
 “ vines.”

CONTRA, in fodinis profundioribus notabiliter ascendit mercurius. Observavit *Celsius* in argentifodina *Salana Sueciæ*, mercurium qui in putei margine hæsit in digit. *Suec*: 30, 38. in fundo indicasse altitudinem 30, 98 digitorum; atque iterum ad marginem putei evectum, ad priorem altitudinem descendisse.

2. ATQUE hic non possumus non admirari egregiam corporis humani fabricam, quod tantas vicissitudines densitatis et pressionis atmosphæræ, pro variis altitudinibus, absque notabili incommodo tolerare ac perferre potest. Inter Alpes Helveticas *Glaciers de Grenaron* et *De Buet*, experimenta Barometrica, et observationes de calore aquæ ebullientis aggressurus *De Luc*, anno 1770, acrem quandoque vel tertia parte rariorem quam apud nos respirabat; et tamen densitatis decrementum non nisi instrumentorum ope sentiebat. “ Nous
 “ nous émerveillions de n’appercevoir la différence de densité
 “ de l’air que par nos instrumens; de ce qu’aucune incom-
 “ modité ou sensation désagréable ne nous avertissoit, que cet
 “ air que nous respirions étoit près d’un tiers moins dense
 “ que celui de la plaine; de ce que le poids de l’atmosphère
 “ avoit diminué de cent quintaux sur notre corps, sans que
 “ l’équilibre

E.

“ l'équilibre fût troublé dans son intérieur. Quelle merveil-
 “ leuse machine, que celle qui se prête à de si grandes vari-
 “ ations dans les causes mêmes de ses principaux mouve-
 “ mens, sans qu'ils cessent d'être réguliers!

“ Je ne puis m'empêcher de faire remarquer à ce sujet,
 “ combien se sont trompés quelques Médecins qui ont attri-
 “ bué à la différence du poids ou de la densité de l'air, les
 “ changemens qu'éprouvent certaines personnes lorsque le
 “ Baromètre baisse, & qui ont entrepris d'en rendre raison
 “ par le manque d'équilibre entre l'air intérieur & l'air ex-
 “ térieur, ou par l'effet que peut produire sur les mouve-
 “ mens du cœur & des poulmons, un air plus ou moins
 “ dense.—Les asthmatiques même n'en sont pas affectés: j'ai
 “ été du moins sur la montagne de *Salève*, avec un de mes amis
 “ qui craignoit cet effet, & qui ne l'éprouva point.” § 340,
 941.

In jugis *Peruvianis* lustrandis raritates aeris adhuc majores,
 ob majores altitudines montium, offendere *Bouguer* et *Conda-*
mine. In summitate *Chouffalong* quidem, aerem ferme duplo
 rariorem quam apud nos libere respirabant. Nam licet
 primo, in jugis hisce scandendis, aere rarefcente, ægre res-
 pirabant nonnulli, tamen altius progressi minus laborabant,
 quam pro raritate aucta sperari posset. Respirationem vero
 difficilem et deliquia quorundam pulmonibus minus validis
 utentium, tribuit *Bouguer*, lassitudini ex nimio labore oriundæ
 potius quam aeris tenuitati. Liquido constabat hoc, ex eo
 quod summitate superata, libere in aere tenuiore respira-
 bant,

E.

respirabant; itemque, ex eo quod equis invec̃ti, hisce incommodis prorsus vacabant. *Voyage au Perou*, p. xxxvi. Huic quoque suffragatur *Condamine*, affirmans se apud stationes maxime elevatas nil respirando laborasse. *Introduction Historique*, &c. p. 35.

CONTRA, in stannariis, argentariis et, fodinis demissioribus, ex aucta aeris densitate non officitur respiratio. Urinatores quoque in mari profundo, aerem Campanæ Urinatoriæ valde condensatum pressione aquæ, absque incommodo hauriunt exspirantque: uti ipse expertus est *Halley*, hujus machinæ emendator egregius. Vide *Desaguliers*, *Experimental Philosophy* Vol. 2. p. 215 et seqq. vel *Martin*, *Phil. Britan.* Vol. 2. p. 175.

AT observandum est, quod præproperæ mutationes aeris vel in rarum densumve abeuntis, nocent; luculentissime constat hoc ex Urinatoribus, quorum ex oculis, auribus, et ore haud raro prorumpit sanguis, si justo celerius in profundum mittantur vel a profundo tollantur.

(Annot F. Vide p. 17.)

QUUM investigatio altitudinum absolutarum et relativarum locorum, sit magni momenti in rebus Geographicis, et in modificationibus atmosphææ respectu ponderis, densitatis, et elateris detegendis; de ortu et progressu hujus methodi quædam annotare visum est, ex opere toties laudato, *De Luc, Recherches, &c.* § 224, & seqq.

1. PRIMUS Barometrum altitudinum mensuratorem commendavit *Pascal*, cujus hortatu *D. Perriere*, anno 1648, quum summitatem montis *Pui-de-Dome*, 500 hexapedas altam, secundum calculum suum, ascendisset, depressionem mercurii in Barometro digitorum 3 cum linea $1\frac{1}{2}$ invenit. Et quidem *Pascal* ipse, sensilem depressionem in parvis altitudinibus notavit, nam in summitate turris *St. Jaques de la Boucherie, Paris*, 24 hexap. alta, prodiit depressio mercurii in Barometro ibidem erecto, duarum linearum circiter. Primus de usu logarithmorum in altitudinibus locorum Barometrice mensurandis, meminit *Mariotte*, anno 1676. Logarithmos vero ad praxim primus accommodavit *Halley*; atque, ex cognitis tantum ponderibus specificis aeris et argenti vivi, mira solertia regulam excogitavit, regulæ quam postea ex longa experimentorum serie extudit *Bouguer*, valde affinem. Vide *Philos. Transf. Anno 1685. No. 181.* Regula hujusmodi est,

Ut

F.

Ut numerus 0,0144765, qui designat aeris densitatem ubi mercurius in Barometro attingit altitudinem 30 digitorum, (*).

Ad differentiam logarithmorum datæ altitudinis mercurii, 30 digitorum scil, et altitudinis ejusdem in statione edita observatæ,

Ita, 900 pedes, qui indicant altitudinem columnæ aeris in æquilibrio cum una lineâ mercurii in Barometro 30 digit. alti,

Ad numerum pedum interjectorum inter terminum atmosphæræ inferiorem et stationem ubi observata fuit mercurii depressio.

Cæterum inter altitudines locorum ope hujus regulæ statutas, notabilia deprehendebantur discrimina. Elevatio montis *Snowdon*, ex observatione *Johannis Caswell* prodiit 583 hexapedarum, at postea observante ipso *Halley*, 576 hexap. tantum. Nec mirum tale obtigisse discrimen, cum *Halley*, ratione variationum altitudinum mercurii in eodem loco pro variabili aeris temperamento posthabita,

O
opinatus

(*) Numerus 0,0144765. medius est inter 0,0147232 differentiam logarithmorum 30 et 29, atque 0,0142404 differentiam logarithmorum 30 et 31. Quarum prior indicat densitatem aeris mediocrem, ubi mercurius in Barometro inter altitudines 30 digitorum et 29 versetur, posterior, densitatem mediocrem inter 30 et 31; proinde media inter has densitates erit densitas aeris ubi mercurius altitudinem 30 digitorum attingit.

F.

opinatus fuerit correctionem ob hanc causam instituendam, aliis contrariis correctionibus perpetuo compensari, necnon et decremento ponderis atmosphære ex calore oriundo respondere incrementum ejusdem ex vaporibus aere specificè gravioribus, (uti voluit *Halley*) qui calore affatim cieri solent.

2. EXPERIMENTA, hypotheses et regulas Physicorum insequentium *Maraldi*, *De La Hire*, *Messrs. Scheuchzer*, *Jac. Cassini*, *Bernoulli*, *Cassini de Thury*, *Monnier*, et *Horrebow* quas ordine proponit *De Luc*, cum inter sese pugnent, et veris altitudinibus locorum detegendis male respondeant, ne lectori molestiam incutiamus, prætermisimus. Videre licet apud *De Luc*, § 334, tabulam altitudinum atmosphære pro diversis altitudinibus mercurii in Barometro, juxta regulas et hypotheses diversorum Physicorum concinnatam. Notasse sufficiat, quod causam præcipuam errorum *Cassini*, *Marriotte*, et *Scheuchzer*, præter instrumentorum vitium, ponit *De Luc*, in eo quod densitatem aeris ad maris libellam, unde tanquam a termino primo ordiebantur, majorem vera statuerunt, rati ascensum 60, vel ad maximum, 64 pedum, mercurio unam lineam deprimendo sufficere; at limites nimis arctos posuere, cum pro variabili temperamento et pondere atmosphære, variatio altitudinis columnæ aeris in æquilibrio cum una linea mercurii in Barometro longe major, tam in excessu quam in defectu, incidere possit. Ad libellam maris borealis, ubi, referentibus Academicis qui ad gradum meridiani in regionibus

F.

nibus *Arcticis* metiendum profecti sunt, mercurius in Barometro altitudinem 29 digitorum *Parisiensium* utplurimum attingit, atque Thermometer mercurialis *De Luc*, (Vide *Annot. C*, § 6.) ad gradum -37 usque deprimitur, columnæ mercurii in Barometro 1. lin. altæ sustentandæ sufficeret columna istius aeris densioris 56 pedes alta: Contra, ad *Senegal*, ubi hæret utplurimum Barometer in altitudine 28 digitorum, et Thermometer, $+36$ graduum, non nisi columna aeris istius rarefacti 85 pedes alta servandum æquilibrium. *De Luc* autem, experimentis Barometricis ad Pharum *Genuæ* Anno 1767, accuratissime institutis, ubi altitudo mediocris mercurii in Barometro prodiit 28 digit. cum 2 lin. et in Thermometro $+20$: invenit mercurium 1 lin. non deprimi nisi ascensu 80 pedum a maris superficie.

3. REGULAM proposuit *Bouguer*, *Memoires de l'Acad.* 1753. et *Voyage au Perou*. p. 39. quam in triginta instantiis et ultra, observationibus in jugis *Peruvianis* factis, fidelem expertus est. Regula hujusmodi est; Quoniam altitudo mercurii in Barometro sit ponderi seu densitati Atmosphæræ proportionalis, diminui debent hæ altitudines in progressionem geometricam, ubi elevationes stationum crescant in progressionem arithmetica; hinc logarithmi altitudinum mercurii indicabunt elevationes relativas stationum, et differentia logarithmorum altitudinum mercurii ad lineas redactarum, dabit differentiam elevationum in hexapedis accurate, modo subducatur pars tricesima totius differentię logarithmorum. In logarithmis ad-

F.

hibendis sufficiet, si ex tabulis logisticis defumantur tantum quatuor notæ proxime post characteristicam.

Sic, ad *Carabourou*, stationum in jugis *Peruvianis* demississimam, sistebatur mercurius in altitudine 21 digitorum cum $2\frac{3}{4}$ lineis, sive $254\frac{3}{4}$ linearum; in summitate confragosa *Pitchinca* deprimebatur ad usque 15 digitos cum 11 lineis, seu ad 191 lineas: a 1250, differentia scilicet logarithmorum $254\frac{1}{4}$ et 191, subducatur pars tricesima, et manebunt 1209 hexapedæ quibus *Pitchinca* transcendit *Carabourou*; at quadrat hoc cum determinatione geometrica.

VERUNTAMEN, regulam jam positam in partibus inferioribus jugorum *Peruvianorum*, uti et in montibus *Europæis* non valere, ipse agnoscit *Bouguer*; causam erroris vero in hoc ponit, quod diversæ aeris particulæ diverso elatere uti possint, unde particulæ magis elasticæ per minus elasticas eluctando, in regionibus Atmosphæræ altioribus sisterentur. Quapropter, methodo usitata incipiendi ab altitudine qua hæret mercurius ad mare reprobata, proponit *Bouguer*, ut regrediendo ab elevatione ubi maxima deprehenditur mercurii depressio, inde determinantur elevationes inferiores. Ex. gra. Deprehendit *P. Sebastian Touchet*, Anno. 1705. mercurium in summitate *Mont d'or Arvernorum*, deprimi ad altitudinem usque 22 digitorum cum duabus lineis. Collata igitur hac depressione cum depressione 15 digitorum cum 11 lineis in summitate *Pitchinca*, prodit differentia elevationum 1391 hexap; et proinde elevatio absoluta *Mont d'or* supra maris libellam, 1043 hexap: quæ utique 5 tantum hexape-

dis

F.

dis deficit ab elevatione quam geometricè statuerat *Cassini*.
De Luc, § 765, 766.

At postea quum observationem Barometricam in eodem loco iterasset *Cassini de Thury*, (vide *Mem. de l'Acad.* 1740) hæsit mercurius in altitudine 22 digitorum cum 5 lineis; atque ideo ab elevatione 1043 hexapedarum antea statuta, subducendæ sunt 47 hexapedæ. Et quidem ni tempore pluvio observationem suam instituerat *Cassini*, quo deprimi debuit Barometer, verisimile est quod adhuc altius erigeretur mercurius, et proinde quantitas subducenda ab elevatione absoluta, adhuc major evaderet. § 772.

QUATUOR ob causas laborat methodus *Bougueriana*. 1. Barometer quo usus est *Bouguer*, a particulis aereis igne purgatus non est, et præterea; ex tubo recto in vas mercurii immisso conflatus est; at ex priore causa, minor revera, ex posteriore minor ad visum prodit altitudo mercurii in quovis loco quam par est: sed altitudinum seriem arithmeticam constituentium, eo majores prodeunt differentiæ logarithmorum, quo minores sunt numeri ipsi altitudines designantes; (uti inspectione tabularum logisticarum patet,) et proinde differentiæ elevationum locorum justo majores indicabuntur. 2. In stationibus editioribus, ob calorem diminutum, minor prodit renixus aeris ad summam tubi *Bougeriani* elapsi, adeoque hoc respectu, magis deprimi debet mercurius in statione inferiore, minus in superiore, unde minor evadit differentia altitudinum mercurii, adeoque et differentia elevationum locorum, quam par est. 3. Altitudines mercurii non correxit *Bouguer* pro calore

F.

calore variabili aeris in eodem loco, nec ad temperaturam fixam revocavit observationes Barometricas in diversis stationum elevationibus. 4. A differentia logarithmorum altitudinum mercurii partem tricesimam subducendam statuit *Bouguer*; at pro variabili aeris temperie variabitur quantitas subducenda.

QUÆRET igitur lector, nec injuria, unde convenientia elevationum locorum Barometrice definitarum a *Bouguer*, cæterisque Academicis, cum veris? facilis est responsio, nam ex quatuor hisce defectibus, primus secundo sæpe compensatur, et in regionibus mediis jugorum *Peruvianorum* aeris temperamento ut plurimum æquabili utentibus tertius et quartus raro locum habent.

4. TANDEM *De Luc*, quum anno 1749 magna diligentia se Barometris perficiendis accinxerit; et per varia climatum discrimina, locorum elevationes inter basim atmosphææ et altitudinem 1560 hexaped, interjectorum dimensus fuerit; methodum generalem extudit, quæ elevationibus quibuscunque metiendis accuratissime inservit: modo in Barometris construendis, atque variationibus pro aeris temperamento, expansione mercurii in tubo, locorum situ et indole &c. corrigendis, debitæ adhibeantur cautiones. De his igitur præfari aliqua omnino necessarium videtur.

PRÆTER cautiones in constructione et usu Barometrorum stativorum, memoratas *Annot. D.* § 5. in mobilibus major quædam cura adhibenda est. Nam, 1. Tollenda est quantum

F.

quantum fieri potest, agitatio seu reciprocatio mercurii in tubo inter asportandum, ne impacto in verticem tubi mercurio, disrumpatur tubus. Præstat hoc *De Luc*, liberum cursum mercurii intercludendo ope Epistomii [*Robinet*] ex cortice, cruri inferiori tubi, aliquantum supra flexum inserti; quum tubum leniter reclinando spatium interjectum inter hoc et verticem tubi mercurius impleverit. Optime construuntur Epistomia ex cortice, quæ spongiosa cum sint, dilatationi mercurii præ calore aliquantum cedunt, aliter enim, ne disrumpatur tubus metus foret. Clauso Epistomio, hortatur *De Luc*, ut situ inverso portetur Barometer, quo pacto a disruptione tutior erit vertex tubi, et minor evadet pressio mercurii in Epistomium, quam si positione naturali portetur. De constructione egregia Epistomii, et quidem Barometri totius, consule Autorem ipsum § 459 et *seqq.* § 623. 2. Cavendum est ne mercurius in crure inferiore aeri externo diutius exponatur, aerem enim hauriendo mercurius, tandem in pristinum redibit statum, qualem utique exhibuit priusquam aere purgatus est. Quapropter, nisi experimenta instituenda sunt, pars cruris inferioris supra epistomium mercurio vacua servari debet. 3. Intervallum perbreve commendat *De Luc*, inter verticem tubi, et superficiem mercurii maxime sublati pressione atmosphææ, scil; partem tertiam unius digiti circiter, vel paulo amplius; nam hoc pacto magis in compendium redigetur Barometer, et minuendo intervallum minuetur receptaculum aeri residuo ex mercurio (ni aere recenter purgatus fuerit).

in

F.

in magnis ejusdem depreffionibus, elapsuro. Aerem ex mercurio valde depresso in vacuum effugere, constat, nam ore applicato effecit *De Luc*, simplici exsuctione aeris ex crure inferiore Barometri sui, ut deorsum vergeret mercurius in superiore ad altitudinem usque 20 digitorum; at mercurius recurrens infra priorem altitudinem parte $\frac{1}{8}$ lineæ unius sistebatur. Quocirca *De Luc* nunquam nisi gravi de causa mercurium in Barometro suo valde deprimit. Reciprocatio mercurii quoque evitanda, citius hoc pacto admissis, et per mercurium ad summitatem tubi transmissis particulis aeris superficiei mercurii in crure inferiore insidentis. Admissa quavis ratione bullula aerea, expedita et habili tubi reclinatione, qualem optime docebit usus, in cursu suo ad summitatem sistenda, et expellenda est. 4. Ante observationes tamen initas, leni ictu percutiendus est Barometer, quo tollatur adhæsiō inter mercurium et tubi parietes, cum hæc in altitudinem mercurii errorem inducat. A sordibus item et pellicula in superficiei mercurii nascitura subinde tergenda est ope scopulæ ex spongia conflata. 5. Optime innotescet altitudo cujuslibet stationis editioris respectu inferioris, crebras observationes correspondentes instituendo, decursu ejusdem diei, necnon et diversis tempestatibus, et sumendo mediocrem differentiam altitudinum mercurii ex omnibus nascituram. Hortatur *De Luc*, ut singulis partibus quaternis horæ iterentur experimenta; (et ipse quidem haud raro in stationibus suis ad montem *Saleve*, talia experimenta aggressurus ab ortu solis usque ad occasum permanfit: miræ et laudandæ industriæ

F.

triæ exemplar!) sic enim certius eruentur errores, si quivis vel ex causis permanentibus, vel ex aliis subinde nascituris proveniant. Vide *Annot. D.* § 3 et 4. 6. Ante observationes ad stationes editiores institutas et post, Barometrum mobilem quo usus est *De Luc*, cum accurato quodam Barometro stativo tanquam modulo, contulit. Hoc pacto errores inter observandum nascituri facilius detegentur.

Quo ratio habeatur dilatationum mercurii in Barometro præ calore et contractionum præ frigore, Barometrum suum instruxit *De Luc* Thermometro mercuriali 96 graduum inter terminos fixos. Experimentis enim compluribus accurate institutis, deprehendit, mercurium in Barometro eo calore agitatum qui mercurium in Thermometro elevaret a termino glaciei liquefcentis ad usque terminum caloris quem exhibet aqua ebulliens, ubi mercurius in Barometro attingit altitudinem 27 digitorum *Parisiensium*, altiore evasisse, 6 lin. Hæ lineæ sex in partes sedecimas lineæ unius reductæ, prodeunt $\frac{1}{2}$. (Fractionem lineæ hæc commodiorem adhiberi non posse censet *De Luc*.) Dividatur igitur intervallum Thermometri fundamentale in partes 96, et harum singulæ altitudini partis $\frac{1}{96}$ lineæ mercurii in Barometro respondebunt. Quoniam vero temperatura aeris usitatissima in ista regione, qualem ex omnibus observationibus suis collegit *De Luc*, fuit + 10 Thermometri 80 graduum, statuit zero gradum 12 Thermometri 96 graduum. (Nam ut 80 ad 10 ita 96 ad 12.) Unde prodeunt gradus 84 supra, et 12 infra zero. Vide *De*

F.

Luc, Pl. V. Rationem expansionum mercurii se recte statuisse, experimento sequenti comprobavit *De Luc*. Æstate, *Genevæ*, Barometrum adjuncto Thermometro 96 graduum, collocavit in antro quodam profundiore subter domum suam, et relicto qui observaret, ipse secum alterum Barometrum Thermometro instructum, priori germanum et mercurio æquialto, in domum vicini inferius sitam transtulit, atque ad libellam fundi antri sui posuit. Temperatura antri prodiit + 2, stationis alterius + 11, et ascensus mercurii in Barometro posteriore $\frac{9}{16}$ lineæ unius. Prodiit igitur ascensus $\frac{1}{8}$ lineæ pro singulis partibus totius excessus temperaturæ in statione posteriore. At variationi $\frac{9}{16}$ lineæ altitudinis mercurii in Barometro respondere debet discrimen pedum 45 circiter inter elevationes stationum; cum ascensu recto pedum 80 circiter, unâ lineâ deprimi soleat mercurius in ista regione. Hinc constat, correctionem altitudinum mercurii pro ratione expansionum, minime negligendam esse.

At observandum est, quod variante pondere atmosphæræ, adeoque et altitudine mercurii in Barometro, variabitur calor aquæ ebullientis, et idcirco intervallum fundamentale Thermometri. Correctiones igitur altitudinum pro ratione expansionum, augendæ vel minuendæ sunt in ratione altitudinum mercurii in Barometro. Ex. gr. Constituatur Barometer ad radicem montis cujusdam, alter autem in vertice, et sit altitudo mercurii in priore 27 digitorum, in posteriore 13 $\frac{1}{2}$. Si duo Thermometri hisce adjuncti indicent

zero

F.

zero, nulla adhibenda est correctio; fin autem consistant utrique in gradu -16 , augenda est altitudo mercurii in Barometro priore, parte $\frac{1}{6}$ lineæ, seu 1 linea; mercurii autem in posteriore, parte $\frac{3}{8}$, seu $\frac{1}{2}$ lin. tantum, cum digiti 27 sint ad $\frac{1}{6}$, ut digit. $13\frac{1}{2}$ ad $\frac{3}{8}$. Contra, si designetur temperatura per gradus Thermometrorum *positivos*, minuenda est altitudo mercurii in Barometro. Vide *De Luc* § 364 &c. et § 490.

QUONIAM vero densitas aeris in quavis atmosphæræ regione, ponderi incumbenti proportionalis, haud parum perturbatur pro variabili aeris temperatura; omnino necessarium fuit, ut inveniretur temperatura illa fixa caloris, ubi densitates aeris altitudinibus mercurii accurate respondeant, itemque, ut exploraretur ratio densitatis variabilis pro calore aucto vel diminuto. In hunc finem summa diligentia metitus est *De Luc*, tum geometrice, tum libella adhibitâ, elevationes 15 stationum in monte quodam *Saleve*, *Genevæ* vicino. In his nec non et in aliis stationibus, ab Anno 1755 ad Annum usque 1760, plus quam 400 observationes Barometricas instituit, et notando depressiones mercurii in singulis, experientia duce, et omni theoria posthabita, tabulam elevationum correspondentium confecit. Deinde, collatis inter se cunctis observationibus in una statione factis, variationes elevationis pro singulis gradibus caloris variabilis aeris notavit. (Calorem aeris medium semper statuit inter binas observationes Thermometricas in planitie atque in monte simul institutas.) Pari modo, variationes elevationum in cæteris

F.

stationibus suis pro singulis gradibus caloris notavit. Postremo, ex omnibus observationibus suis Barometricis, collatis inter se iis quæ elevationes stationum veras quam proxime dederunt, prodiit medius caloris gradus quo influebantur hæ observationes, $+ 16\frac{3}{4}$ Thermometri sui mercurialis. Collatis item elevationum variationibus pro calore gradatim variante supra et infra temperaturam fixam $+ 16\frac{3}{4}$, deprehendit correctionem elevationis Barometrice statutæ, ob variationem unius gradus Thermometri, sive in excessu sive in defectu, circa temperaturam fixam, adhibendam, evasisse partem $\frac{1}{113}$ totius. § 508, &c. § 539, &c. § 588. § 607.

CORRECTIONIBUS igitur ob calorem variabilem adhibitis, tabulam suam elevationum recudit *De Luc*, et lætus perspexit, densitatem aeris ascendendo diminui in ratione ponderis atmosfæræ decrefcentis; prout optimi statuerant Physici. Ex hac lege sequitur, quod altitudines aeris quibus respondent æquales successivæ depressiones mercurii in Barometro, erunt in progressionem musica. Nam densitates mediocres columnarum aeris depressionibus hisce æqualibus successivis respondentium decrefcent in progressionem arithmetica, et proinde, harum reciprocarum, scilicet altitudines columnarum erunt in progressionem musica. ^(b) Restat igitur, ut inveniatur series

(b) Tres quantitates sunt musice proportionales, cum prima sit ad tertiam, ut differentia inter primam et secundam ad differentiam inter secundam et tertiam. Harum vero reciprocarum erunt arithmetice proportionales. Sint enim a, b, c , musice proportionales,

$$\text{Erit,} \quad - \quad - \quad - \quad a : c :: b - a : c - b$$

$$\text{Et ductis med. et extrem.} \quad - \quad - \quad - \quad - \quad bc - ac = ac - ab.$$

$$\text{Et dividendo per } abc, \quad - \quad - \quad - \quad - \quad \frac{1}{a} - \frac{1}{b} = \frac{1}{b} - \frac{1}{c}.$$

Ergo, ob differentias æquales, erunt $\frac{1}{a}, \frac{1}{b}, \frac{1}{c}$ arithmetice proportionales.

F.

series numerorum in progeſſione muſica, cujus terminus primus ſit altitudo columnæ aeris in æquilibrio cum depreſſione lineæ unius mercurii pro temperatura fixa, ubi mercurius in Barometro maximam ſuam altitudinem 29 digitorum *Parienſium*, ſive 348 linearum attingit. Sed ubi mercurius maxime erigitur, poſtulat ſcenus reſtus 12,497 hexapedarum, vel pedum 74,982, quo deprimatur mercurius ad 347 lineas, uti experientia conſtat. Duſto igitur 74,982 in 348, prodiſ numerus communis pedum 26093,736, vel 26094 circiter, (c) qui diviſus per ſucceſſivas altitudines mercurii lineatim decreſcentes, dabit ſeriem quotorum in progreſſione muſica, quorum ſinguli deſignabunt altitudines columnarum aeris in æquilibrio cum ſingulis hiſce depreſſionibus linearibus mercurii reſpective. Quales exhibebit tabella ſequens.

Numerus

(c) Obſervandum eſt, quod hic numerus pedum *Parienſium* 26094, ſive *Anglicorum* 27724 $\frac{7}{8}$, quem *communem dividendum* ſtatuit *De Luc*, eſt altitudo atmophære homogeneæ, ubi mercurius in Barometro altitudinem 29 digitorum *Parienſium* ſeu digitorum *Anglicorum* 30 $\frac{1}{16}$ attingit; ſatis autem congruit hæc altitudo cum calculo *Newtoniano* § 12, pro eadem altitudine mercurii in Barometro.

Numerus communis dividendus 26094.

<i>Divisores, seu Altitudines Mercurii.</i>	<i>Quoti seu Altitudines Colum. Aeris.</i>	<i>Differentiæ Quotorum,</i>
29 <i>digit</i> = 348 <i>lin.</i>	<i>Pedes</i> 74,982	
347		216
	75,198	
346		218
	75,416	
345		218
	75,634	
344		220
	75,854	
343		221
	76,075	
342		223
	76,298	
341		223
	76,521	
340		226
	76,747	
339		226
	76,973	
338		228
	77,201	
337		229
	77,430	
28 <i>digit</i> = 336		230
	77,660	
335		232
	77,892	
334		233
	78,125	

F.

<i>Divisores, seu Altitudines Mercurii.</i>	<i>Quoti seu Altitudines Columnarum Aeris.</i>	<i>Differentiae Quotorum.</i>
333	78,360	235
332	78,596	236
331	78,833	237
330	79,072	239
329	79,313	241
328	79,554	241
327	79,798	244
326	80,042	244
325	80,289	247

27 digit. = 324

Ope tabulae hujus (continuatae si opus) inveniri potest differentia elevationum binarum quarumvis stationum; *addendo* scilicet *tot terminos progressionis musicae correspondentes, quot deprehenduntur depressiones mercurii lineares in statione excelsiore, et corrigendo summam prodeuntem pro aeris calore supra vel infra temperaturam fixam.* Sic, Anno 1757, observationes Barometricas 84 institui curavit *De Luc, Genuæ et Taurini*, a die 24 Junii ad usque diem 27 Julii. Ex hisce collatis, prodiit mediocris altitudo
mercurii

F.

mercurii *Genuæ* ad mare, 28 digit. 2 lin. = 338 lin. et
Taurini, 328 $\frac{1}{4}$ lin. intercedente differentia 9 $\frac{1}{4}$ linearum.
 Prodiit autem calor mediocris, grad. + 20, id est 3 $\frac{1}{4}$ supra
 temperaturam fixam.

Summa 9 quotorum inter 338 et 329, est, - - Ped. 703,169
 Pars quarta quoti decimi 79, 313, est, - - - - 19,828
 722,997

Hujus pars $\frac{3\frac{1}{4}}{215}$ vel $\frac{1}{66,153}$ (d) adjicienda, est, - - 10,929

Ergo elevatio *Taurini* supra mare est, - - - Ped. 733,926
 feu

(d) Quoniam correctio partis $\frac{1}{215}$ differentię elevationum, pro singulis Thermometri gradibus proxime supra vel infra temperaturam fixam 16 $\frac{1}{4}$, in praxi operosa evadit; scalę 80 graduum aliam substituendam quęrit *De Luc*, § 608. cujus singuli gradus partibus elevationis *millesimis* indicandis inserviant. Sed ut hæ partes immediate indicarentur, intervallum Thermometri fundamentale in gradus valde minutos resolvi opus foret: sufficiet igitur, ut gradus hujus partes elevationis *quingentesimas* designent, nam duplicando numerum graduum observatorum, partes *quingentesimę* in *millesimas* migrabunt. Numerus graduum vero in quos resolvi debuit intervallum fundamentale, prodiit 186. (Nam ut denominator prior 215 ad denominatorem novum 500, ita gradus 80 inter terminos fixos ad 186.) Ex his gradus 39 supra terminum fixum inferiorem temperaturam fixam designat. (Nam ut 80 ad 186, ita 16 $\frac{1}{4}$ ad 39.) In hoc gradu igitur zero constituit *De Luc*, unde prodeunt gradus 147 supra, et 39 infra zero. Vide *Recherches*, &c. Pl. V.

Hoc pacto, correctiones ob calorem facilius institui possunt, multiplicando scilicet differentiam elevationum per duplum graduum observatorum supra vel infra zero, et factum dividendo per 1000; deinde ut antea addendo quotum differentię elevationum, vel ab eadem subducendo. Sic in exemplo allato, + 3 $\frac{1}{4}$ scalę 80 graduum = 7 $\frac{1}{4}$ circiter novę,

F.

seu pedum 734 circiter; qualem statuit *De Luc* § 647. Hinc constat, quod *Genuæ*, ascensu recto a mari pedum $\frac{734}{9\frac{1}{4}}$ five pedum 80 ferme, deprimetur mercurius 1 lin. ut notat *De Luc*, § 650.

Veruntamen observandum est, quod in magnis mercurii depressionibus, ubi postulatur additio terminorum complurium progressionis musicæ, admodum operosa evadit hæc methodus: præterea, termini a primario remotiores dabunt elevationes columnarum aeris correspondentium justo minores. Nam si ascendatur, differentiæ relativæ densitatum aeris apud bases et summities columnarum singularum in æquilibrio cum singulis depressionibus linearibus successivis mercurii, perpetuo crescent. Ex. gr. resolvatur duas in partes æquales columna 348^{ma}, erit densitas partis superioris ad densitatem inferioris, ut 347 $\frac{1}{2}$ ad 348; at in columna 191^{ma} pariter resoluta, ut 190 $\frac{1}{2}$ ad 191. Sed majus intercedit discrimen relativum inter terminos posterioris rationis quam prioris. Quocirca, altitudines columnarum superiorum majores evadere debent quam indicant termini correspondentes progressionis musicæ; unde in elevationibus hoc pacto definitis nascetur error in *defectu*. Sin vero minuantur divisores, minuetur error, hisce enim diminutis augebuntur quoti seu altitudines columna-

Q

rum

novæ sed $\frac{15 \times 722,997}{1000} = \text{ped. } 10,845$ circiter, quæ vix differt a 10,929, correctione nimirum antea statuta. Discrepantia ex eo oritur quod $+ 3\frac{1}{4}$ unius scalæ gradui $+ 7,553$ circiter alterius respondet, aliquanto majori quam $7\frac{1}{2}$. Adeoq,
 $\frac{2 \times 7,553 \times 722,997}{1000} = 10,921$, quæ a 10,929 adhuc minus differt.

F.

rum. Ex. gr. divisor intermedius inter $190\frac{1}{2}$ et 191 est $190\frac{1}{4}$, minor utique parte quarta quam 191, at qui quotum parte quarta grandiore exhibebit. Perspexit autem *De Luc*, methodum logisticam qua utebatur *Bouguer*, suæ valde affinem esse. Nam, *sumere differentiam logarithmorum binarum altitudinum mercurii*, eodem redit ac addere terminos quam plurimos et quamminimos progressionis musicæ; cum excessus logarithmi majoris supra minorem actu conflatur ex summa differentiarum omnium interjectarum, quæ in progressionem musica statuuntur. *De Luc*, § 556. Porro, rite exponuntur divisores tabulæ præcedentis, seu altitudines lineares mercurii, per seriem numerorum naturalium in tabulis logisticis ab unitate ad usque 348 excurrentium; cum ex logarithmorum constructione constat, quod numeri naturales in serie geometricè proportionalium constituuntur, itemque ex regula *Halleiana* constat, quod densitates aeris, sive his proportionales altitudines mercurii in decrescente serie geometricè proportionalium inveniuntur, expositis altitudinibus aeris per terminos crescentis seriei arithmetice proportionalium, sive per logarithmos. Ergo, logarithmi altitudinum linearium mercurii exponent altitudines aeris correspondentes, et proinde differentia logarithmorum altitudinum mercurii, differentiam altitudinum correspondentium aeris. Sed differentia Logarithmorum 348 et 347 est 12497, et experimentiâ constat, quod pro aeris temperatura fixa $+16\frac{1}{4}$, postulatur rectus ascensus hexapedarum 12,497, seu partium *millesimarum* hexapedæ unius 12497, quo deprimatur mercurius

F.

curius in Barometro a linea 348 ad lineam 347. Et par est ratio differentiarum logarithmorum quarumvis altitudinum mercurii ad altitudines columnarum correspondentium aeris. Unde deducitur regula generalis,

Manente aeris temperie + 16 $\frac{1}{4}$, differentia logarithmorum altitudinum linearium mercurii ad stationes binas quascunque observatarum, immediate in hexapedæ partibus millesimis exponet differentiam elevationum stationum ipsarum. Variante autem temperie, corrigenda est differentia elevationum ut antea.

Sic, differentia logarithmorum 358 et 328 $\frac{1}{4}$, altitudinum nempe mercurii ad mare *Genuæ*, et *Taurini*, prodit 120509 partium millesimarum hexapedæ, sive pedum 723,054. Et pars hujus $\frac{3\frac{1}{4}}{215}$ ob excessum caloris adjicienda, est pedum 10,930. Ergo elevatio *Taurini* supra maris libellam prodit pedum 733,984, quæ aliquantulum exsuperat elevationem pedum 733,926 antea statutam.

Licet in magnis mercurii depressionibus usus logarithmorum commodior, necnon et accuratior sit quam progressionis musicæ, tamen si forte desiderentur tabulæ logisticae, defectus suppleri potest ope progressionis musicæ: variationes enim duarum methodorum ab invicem fere contemendæ sunt.

Quo melius pateat certitudo Regulæ quam proposuit *De Luc*, aliud exemplum ex *Recherches*, &c. § 635 proferre libet. In summitate Turris Ecclesiæ *S. Petri, Genève*, constituit *De Luc* Barometrum, adjecto Thermometro 96 graduum. Alterum cum consimili Thermometro posuit in statione qua-

F.

dam *Rues basses*. A mense Julii 1759 ad usque mensem Augusti 1760, per omnigenas temperiei vicissitudines, 87 observationes correspondentes institui curavit. Unde terminus medius omnium altitudinum mercurii ad *Rues-basses*, ad temperaturam zero Thermometri 96 graduum redactarum, prodiit $323\frac{2}{5}$ linearum, et medius terminus altitudinum mercurii in summitate turris *S. Petri*, ad temperaturam eandem redactarum $321\frac{2}{5}$ lin. Prodiit item calor mediocris - 17 Thermometri 186 partium. Sed differentia logarithmorum $323\frac{2}{5}$ et $321\frac{2}{5}$ dabit hexapedas 36,354; subducendo autem $\frac{34 \times 36,354}{1000}$
 = hexap. 1,235, prodeunt hexapedæ 35,119, seu pedes 210,714, hoc est pedes 210 cum 8 lineis quibus turris *S. Petri* summitas *Rues-basses* transcendit. At hæc ped. 1 cum digit. 2 tantum exsuperat veram differentiam elevationum accuratissime mensuratum. Hujus discriminis pars ex eo provenisse potuit, quod temperies mediocris aeris definita est ex observationibus Thermometri 186 graduum in summitate Turris *S. Petri* constituti, ubi frigidior evadere debuit aer quam apud *Rues basses*, unde error in *excessu* nasci debuit.

Et quidem observandum restat, quod variis ex causis ab erroribus prorsus immunes fieri nequeunt observationes Barometricæ. Nam 1. vix accurate inter se convenient calores, adeoque et densitates aeris in statione quadam editiore atque aeris æquialti supra stationem depresso, et proinde calor mediocris columnæ supra depresso recta assurgentis accurate exponi non poterit per semisummam calorum utriusque stationis

F.

stationis. 2. Correſtio partis elevationis $\frac{1}{27}$, pro ſingulis gradibus Thermometri ſupra vel infra temperaturam fixam, accurata tantum prodit pro gradibus proxime ſupra vel infra. Deprehendit enim *De Luc*, quantitates elevationibus Barometrice ſtatutis addendas pro ſingulis gradibus ſucceſſivis Thermometri ſupra temperaturam fixam, creſcente calore, minores evadere quam quantitates ab iſdem ſubducendæ pro ſingulis gradibus infra, eodem decreſcente; ſeu quod perinde eſt, quantitatem abſolutam correſtionum pro gradibus æqualibus ſucceſſivis dilatationis mercurii in Thermometro continuo decreſcere: ſed harum legem exploratam non habuit, uti nec dilatationes relativas aeris et mercurii præ calore. 3. Aer, ob inertiam ſuam, haud ſtatim paret actioni caloris et frigoris, unde minores prodeunt dilatationes et contraſiones aeris quam exigeret ipſarum virium intenſio. 4. Vaporum in atmophæra latentium variabilis quantitas abſoluta in eodem loco, et relativa in diverſis, variationes denſitatis et ponderis aeris, et idcirco altitudinis mercurii in Barometro inducet. 5. In ipſis Barometris, etiam accurate conſtructis, licet utplurimum inter ſe convenient, variationes partis $\frac{1}{27}$ vel $\frac{1}{28}$ lineæ unius, ex cauſis ſupra memoratis p. 101, &c. et 114, &c. aliquando naſcuntur.

Magna ſolertia conjungit *De Luc* methodum Barometricam et Geometricam menſurandi altitudines montium. Anno 1770, hiſce combinatis, definivit elevationem *Mont Blanc*, jugorum *Alpinorum* verticis editiſſimi, qui ipſum *Pic de Teneriff* tranſcendit, et forſan omnium terreſtrium, exceptis jugorum *Andes* verticibus, celiſſimus eſt. In ſtatione edita *Pregny*,
propter

F.

propter lacum *Lemanum*, distante a *Geneva* semileuca circiter, unde prospici potest *Mont Blanc*, cepit angulum elevationis summitatis *Mont Blanc* = $3^{\circ}. 14'$. itemque angulum elevationis puncti cujusdam ad latus *Mont Blanc* æque elevati ac summitas *Glaciere de Buet* montis vicini, quod antea notaverat quum summitatem posterioris superasset; prodiit hic angulus $2^{\circ}. 2'$. Sed elevationes *Glaciere de Buet*, et *Pregny* supra lacum *Lemanum*, Barometrice statutæ fuerunt pedum 8229, et pedum 170 respectivè; unde prodiit elevatio *Glacier de Buet* supra *Pregny*, pedum 8059. Exponat hic numerus tangentem anguli $2^{\circ}. 2'$. Et quò eruatur elevatio *Mont Blanc* supra *Pregny*, fiat, ut 3550 (tangens anguli $2^{\circ}. 2'$.) ad 5649 (tangens $3^{\circ}. 14'$.) ita pedes 8059 ad pedes 12824. Cæterum, distantia horizontalis puncti istius ad latus *Mont Blanc* ejusdem elevationis ac summitatis *Glacier de Buet*, a *Pregny*, evasit pedum 227000; et ob convexitatem *Mont Blanc*, vertex ejus 4000 ped: circiter longius distat a *Pregny*; et proinde elevationi pedum 12824 adjiciendi sunt pedes 226. Erit igitur,

Elevatio <i>Mont Blanc</i> supra <i>Pregny</i> - - - -	ped. 13050
Sed, Elevatio <i>Pregny</i> supra <i>Lacum Lemani</i> , est -	170
Et, <i>Lacus Lemani</i> supra <i>Mare Mediterran:</i> est (§ 648)	1126
Ergo, Elevatio <i>Mont Blanc</i> supra <i>Mare Med.</i> est ped.	14346
Sive hexapedarum	2391.

Annot. G.

(Annot. G. Vide p. 18.)

INSIGNIA caloris discrimina nusquam non terrarum existere, in regionibus montanis præsertim, pro diversis solivlevationibus evincit experientia. In *Sicilia*, montis immanis *Ætnæ* superficiem in tres regiones vulgo partiuntur incolæ. Ex his *Regio culta*, radices et latera montis acclivia zonæ inflar, 12 milliaria vel amplius latæ, undique in circuitu cingit. Per hunc tractum ad mare usque indefessi vigent cœli ardores. In *regione sylvosa* proxime supra, per tractum 8 vel 9 milliarium mitescunt; atque in *regione deserta*, ubi per tractum 8 milliarium a vertice, vel paulo infra, perpetuæ dominantur nives geluque, in frigora acerrima abeunt ^(a). Vide *Brydone's Tour through Sicily. Lett. 9, 10, et 11.*

Omni-

(a) Si observationibus Thermometricis et Barometricis a *Brydone*, *Cataniæ* apud mare, et in summitate *Ætnæ*, Anno 1770. Maii 27 et 28 institutis, necnon et instrumentis quibus est usus fidendum sit; montis elevationem definire possumus. *Cataniæ*, Maii 27, hora quinta matutina, constitit Thermometer mercurialis ex constructione *Fahrenheit* ad gradum 72; atque postera die in summitate *Ætnæ*, paulo ante solis exortum, ad gradum 27. Porro, hæsit mercurius in Barometro *Cataniæ* ad digitum; *Anglicos* 29 cum $8\frac{1}{2}$ lineis = 356 $\frac{1}{2}$ lineis; atque in summitate *Ætnæ*, (quantum ventis in summitate sævientibus judicare potuit) depressus est mercurius in altero Barometro consimili ad usque digitum 19 cum 4 lineis = 232 lineis. Sed gradus 72 et 27 Thermometri *Fahrenheit*, gradibus + 9 $\frac{1}{2}$ et - 15 $\frac{1}{2}$ Thermometri *De Luc* 96 graduum inter terminos fixos, respondent respective. Adeoque altitudo mercurii in Barometro *Cataniæ*, ad temperaturam zero reducta, (subducendo scilicet; partem $\frac{1}{2}$ lineæ unius ab altitudine observata,) prodit linearum 355 $\frac{3}{4}$; atque in summitate *Ætnæ*, ad eandem temperaturam reducta, linearum 232 $\frac{3}{4}$, (minuendo scilicet; partem $\frac{1}{2}$ lineæ unius altitudini observatæ adjiciendam, in ratione digitorum *Anglicorum* 28 cum lineis 8 $\frac{1}{2}$ (= digitis *Parisiensibus* 27) ad altitudinem observatam.) Sed differentia logarithmorum 355 $\frac{3}{4}$ et 232 $\frac{3}{4}$ est 1846209, seu hexaped. *Anglic.* 1846,209. At corrigenda est hæc elevatio propter aeris temperiem. Nam gradus 72

et

G.

Omnigénium climatum vicissitudines in regionibus Solis ardoribus immediate subiectis, offenderunt Academici in *Peruviam* missi Anno 1736. Per tractum 40 vel 45 leucarum ab oceano *Australi* ad usque radices montium *Peruvianorum*, qui jugum *Andes* occidentale constituunt, fervet æstus. In immensum porrigitur hoc jugum secundum directionem meridiani ferme; e regione hujus, intervallo 5 vel 6 leucarum circiter, tractu parallelo procurrit jugum *Andes* orientale: in valle duplex inter jugum interjecta, est *Quito*, elevata 1460 hexaped: supra mare, ut antea dictum est. Calores hic longe remissiores experti sunt Academici, hærente ut plurimum Thermometro *Reaumur*i in gradu + 14 vel 15. In hac quidem regione luxuriantis Naturæ amœnissima “semper viret ager,” et tanquam in solo suo florent pleræque fruges pomaque regionum *temperatarum*; ac ni crebris terræ motibus agigaretur, Paradisus terrestris esset. Inde tanquam ex basi sese attollunt vertices jugorum aerei, æterna canitie venerandi. In his, “semper” bacchantur “Hyems et spirantes frigora Cauri.” Adeo ut vix graviora passi sunt ex frigoribus hyperboreis viri præclari, *Maupertuis*, *Clairaut*, *Camus*, *Monnier* et *Outhier*, eodem Anno ad *Torneam* missi ad gradum meridiani *Arctici* metiendum, quam in jugis *Peruvianis* æquatori proximis Academici

et 27 Thermometri *Fahrenheit*, gradibus + $2\frac{1}{2}$ et - 44 Thermometri *De Luc* 186 graduum inter terminos fixos, respondent respective; unde calor mediocris prodit - 20 $\frac{3}{4}$. Et proinde, ab elevatione antea statuta subducendo hexaped. 76.617, evadit elevatio *Ætnæ* hexapedarum *Anglicarum* 1769,592, seu pedum *Anglicorum* 10617 $\frac{1}{2}$, hoc est, milliarium duorum *Anglicorum* et paulo amplius.

G.

mici toties laudati. Audiamus *Bougner* ipsum de frigoribus in summitate *Pitchinca*, &c. differentem. “ Nous passâmes
 “ trois semaines sur son sommet : le froid y étoit si vif que
 “ quelqu’un d’entre nous commença à sentir quelques affec-
 “ tions scorbutiques, & que les Indiens & les autres domes-
 “ tiques que nous avions pris dans le pays, eurent de tran-
 “ chées violentes : ils rendirent du sang, & il y en eut qui
 “ furent obligés de descendre ; mais leur indisposition ne
 “ venoit toujours, lorsque nous fûmes une fois logés sur la
 “ pointe du rocher, que de la seule rigueur du froid auquel
 “ ils n’étoient pas accoutumés, sans que la dilatation de l’air
 “ parût en être la cause, au moins immediate ou prochaine :
 “ c’est ce que j’examinai avec d’autant plus de soin, que je
 “ sçavois que la plûpart des voyageurs y étoient été trompés,
 “ faute de démêler assez les différens effets. Souvent le soir,
 “ lorsque nous soupions, nous avions au milieu de nous une
 “ terrine pleine de feu avec plusieurs bougies ou chandelles
 “ allumées, & la porte de notre cabane étoit fermée avec de
 “ doubles cuirs ; tout cela n’empêchoit pas que l’eau ne ge-
 “ lât dans nos verres. Nous eûmes toutes les peines du monde
 “ à régler une pendule ; nous étions presque continuellement
 “ dans les nuages qui ne nous permettoient de voir absolu-
 “ ment que la pointe du rocher sur lequel nous étions posés.
 “ Quelquefois le ciel changeoit trois ou quatre fois en une
 “ demi-heure ; une tempête étoit suivié par le beau tems,
 “ & on entendoit un instant après un tonnerre d’autant plus

R

“ fort

G.

“ fort qu’il étoit plus voisin de nous ; notre rocher faisant
 “ à peu près à son égard, le même effet qu’un écueil dans
 “ la mer, où tous les flots viennent se briser. Nous n’y
 “ avions pas de Thermomètre vers la fin de notre séjour lors-
 “ que nous crûmes tous que le froid étoit devenu plus grand :
 “ mais nous avions déjà vu cet instrument marquer quel-
 “ ques degrés au-dessous de la congélation & varier beaucoup
 “ plus qu’en bas à *Quito*. Il avoit varié souvent du matin à
 “ l’après midi de 17 degrés, quoiqu’on le tint toujours à
 “ l’ombre. — Les plus hautes de nos stations dans le travail
 “ de la Meridienne ont toujours été les plus pénibles pour
 “ nous. Le poste le plus élevé qui ait réellement servi à
 “ nos triangles est 2334 toises au-dessus de la mer. Il se
 “ nomme *Sinazahuan* ; il forme un des sommets de la mon-
 “ tagne de l’*Asouay*, qui sépare les juridictions de *Rioam-*
 “ *ba* & de *Cuenca*. On s’étonnera d’apprendre que les
 “ *Incas* y pratiquèrent un chemin, qu’on fréquente encore
 “ tous les jours : mais on tâche de bien prendre son tems.
 “ Car lorsqu’on a le malheur d’y être surpris par quelque orage
 “ mêlé de frimats ou de neige, on court risque de n’en pas re-
 “ venir. Nous y fîmes porter heureusement des tentes de
 “ rechange ; il fallut en substituer successivement trois différen-
 “ tes l’une à l’autre, en dix ou douze jours que nous y restâmes.
 “ On eut de si grandes allarmes à notre sujet à *Atun-Cagnar*,
 “ bourg qui est à 3 ou 4 lieues de distance, qu’on fit des
 “ prières publiques pour nous. — J’ai eu occasion de re-
 “ marquer

G.

“ marquer aussi plus d’une fois que très-peu de différence
 “ dans l’élévation des postes très-hauts en produisoit une
 “ très-grande dans leur température. Quelquefois le tems
 “ n’étoit que médiocrement mauvais dans le lieu où j’étois ;
 “ & je voyois très-distinctement que c’étoit toute autre chose
 “ 30 ou 40 toises au dessus de moi dans l’endroit où l’orage
 “ frapoit la partie de la montagne qui étoit couverte de
 “ neige. Quelques voyageurs n’ont rechapé lorsque la tem-
 “ pête a duré peu de tems, qu’en ouvrant le ventre de leurs
 “ chevaux & en s’y renfermant.” *Voyage au Pérou*, p. 38, 41,
 et 55.

2. LIMITEM inferiorem congelationis, seu nivium perma-
 nentium in medio *Zonæ Torridæ*, statuit *Bougner* hexaped.
 2434 supra maris libellam ; utrinque ab æquatore recedendo
 deorsum vergit : apud *Tropicos* autem introitumque *Zona-*
rum temperatarum in altitudine 2100 hexaped. circiter siste-
 tur, transcurrento utique *Pic de Teneriffe*. In *Gallia* atque
 in *Chili*, deprimetur ad usque 1500 vel 1600 hexapedas, et
 inde descendendo, terram ad *circulos Polares* contin-
 get. Hæc ita se habere debent æstate, nam tempore hy-
 berno longe infra sistetur hic limes. Limitem congelationis
 superiorem, quem utique non transcendunt nubes et vapo-
 res, statuit idem in medio *Zonæ Torridæ*, ad elevationem hexape-
 darum 4300 vel 4400. Hunc limitem montes telluris altissimi
 haudquaquam assequuntur. Montium *Peruvianorum* et

G.

forſitan omnium terreſtrium altiſſimus eſt *Chimboraco*, qui hexaped: 3217 ſupra maris libellam, hoc eſt, milliarium *Anglicorum* $3 \frac{4618}{5280}$ inſurgit. Hujus tractum hexap. 800 deorſum recta a vertice vergentem perpetuæ cooperiunt nives.

Obſervandum eſt, quod vertices jugorum præaltorum ſupra terminum inferiorem congelationis ferme inacceſſi evadunt, nives enim duratæ, ob lubricitatem, et latera ob nimiam acclivitatem aſcenſum præpediunt: at juſto accliviora evadent ubi inclinatio laterum ad horizontem evadit graduum 35, vel 36, circiter.

3. SENSUS noſtros teſtes fallaces virium abſolutarum caloris et frigoris evadere conſtat. In ipſiſſimis montium *Peruvianorum* locis, hexaped: 600 vel 700 ſupra mare elevatis, frigebant Academici a partibus demiſſioribus in ſublime tendentes; a ſuperis reſgreſſi ſudabant: corpore humano nimirum ſubitas mutationes caloris vel frigoris ægre perferente (b). Ne igitur miretur Lector, ſi in ſummitate *Pitchinca*, ubi plurimum ex frigoribus laborarunt, ſiſteretur Thermometer *Reaumur* ſub ſolis ortum, in gradu 3 vel 4 tantum infra terminum congelationis, et actione vividiore Solis meridiani in regionibus ſibi immediate ſubjectis, in gradu 7 vel 8 ſupra.

In

(b) Ex uſu quotidiano tamen fieri poteſt ut permagnæ et ſubitæ vires caloris et frigoris abſque incommodo tolerantur. Teſtatur *Abbe Chappe d'Auteroche*, quod *Ruſſi* ex balneis ſuis calorem graduum + 50 vel 60 Thermometri *Reaumur* referentibus, ſeſe in nives præcipites immittunt, atque in his ludibundivolvuntur, hærente *Thermometro* in aere aperto, in gradu 20 et amplius infra terminum congelationis.

G.

In locis maritimis autem ubi æstus non nisi ægre tulerunt Academici, hærebat Thermometer paulo ante solis exortum, in gradu 19, 20, vel 21 supra terminum congelationis; et urgente sole meridiano in gradu 26, 27, vel 28. Hinc constat, vires regiones *Torridas* incolentium carpi et atteri æstus constantia, non intensione, cum et vicissitudines longe majores sentiuntur in regionibus ab æquatore reductioribus. Ad *Petropolim* Latitud. $59^{\circ} 56'$, Anno. 1734, Julii 20 et 24, erigebatur Thermometer *Fahrenheit*, in umbra positus, ad gradum + 98, cui respondet gradus + 37 Thermometri *Reaumuriani*. Vide *Acta Petropolitana*, vel *Anson's Voyage*, Book 2 Chap. 5. Contra, ex observationibus *De Lisle*, *Mem. de l'Acad.* 1749, ingruentibus frigoribus hybernis, nonnumquam ibidem deprimitur Thermometer *Reaumur* a gradu - 17 ad gradum usque - 30.

Annot. H. Vide p. 24.

ORITUR motus progressivus undarum, ab impulsu partium a tergo, et resistentiâ partium aquæ antecedentium, hinc enim cumulabuntur aquæ jugorum instar, et mox urgente gravitate, successive defluent in valles antecedentes. Oritur motus progressivus pulsuum a perpetua relaxatione partium densiorum versus antecedentia intervalla rariora. Undarum vero juga seu culmina partibus pulsuum densissimis; valles partibus rarissimis respondent. *Newton. Princip. Lib. 2. prop. 41 et 42.*

Annot. I. Vide p. 27.

FATENDUM est quod in hac demonstratione celeberrimi Autoris solitam ἀκριβείαν desideramus. Ita enim ratiocinari videtur. Exponatur tempus totum vibrationis particulæ cujuscvis aeris, cum ipsius partibus proportionalibus, per peripheriam et arcus circuli cujus diameter sit æqualis spatio isti perbrevis per quod particula singulis suis vibrationibus motu reciproco it reditque; et inde sequetur, quod vis acceleratrix particulæ in quovis vibrationis loco, erit ut ipsius distantia a medio vibrationis loco. At conversim, si vis acceleratrix sit ut distantia, erunt tempora, &c. arcus, &c. proportionalia. Ergo tempus, &c. recte exponitur, et aeris data particula lege præscripta movetur.

Licet

Licet tamen ratiocinium minus validum videatur, de veritate ipsius propositionis nil dubitamus. Vide § 56. *Le Scur* et *Jacquier*, in *commentariis* suis § 31. veritatem propositionis deducunt ex vibrationibus partium chordæ elasticæ, quæ peraguntur viribus in ratione distantiarum a medio vibrationum loco; sed singulæ aeris particulæ successive motum chordæ mutantur, ergo, instar chordæ, moventur viribus, &c. At hæret deductio, nisi ostendere possent omnia corpora sonitum edentia legem chordæ elasticæ in tremoribus suis servare. *Rowning*, *Nat. Phil. Part. 2. p. 48.* veritatem propositionis immediate deducit ex lege repulsiva partium aeris. Nam particula quævis pressione partium a tergo versus particulas antecedentes propelletur, sed ab iisdem repellitur viribus quæ sunt ut intervalla centrorum reciproce, atque ideo ut distantia hujus particulæ a primo suo loco directe.

Annot. K, Vide p. 30.

METHODUS demonstrationis hujusmodi videtur: Investigat *Newtonus* rationem temporis quo vibrationes singulas absolvit lineola quævis physica aeris, urgente vi elastica in locis suis extremis, ad tempus quo vibrationes singulas per idem spatium brevissimum absolveret urgente vi elastica quæ ipsius ponderi sit æqualis. Deinde, rationem temporis hujus, hoc est, temporis quo oscillaretur eadem lineola in cycloide

L.

cycloide cujus perimeter tota isti spatio brevissimo æquatur, urgente ipsius pondere, ad tempus oscillationis penduli cujus longitudo est altitudo atmosphæræ homogeneæ. Ergo ex æquo, datur ratio temporis vibrationis unius lineolæ physicæ ad tempus oscillationis talis penduli; et idcirco, ratio temporis vibrationis integræ lineolæ physicæ, ex itu scil; et reditu compositæ ad tempus oscillationis consimilis. Sed tempus prius, hoc est, per § 26. tempus quo pulsus latitudinem suam peragit, est quoque ad tempus quo pulsus percurrit spatium æquale circumferentiæ circuli radio altitudine atmosphæræ homogeneæ descripti, in eadem ratione. Ergo, consequentes utriusque rationis æquantur, i. e. tempore talis oscillationis pulsus percurreret spatium huic circumferentiæ æquale. Vide *Appendicem, prop. 49.*

Annot. L, Vide p. 31.

IN prima editione *Principiorum*, Anno 1686. statuit *Newtonus* pondera specifica aeris et aquæ ad invicem in ratione 1 ad 850, unde prodiit motus pulsuum 968 pedum tempore unius minuti secundi. Et hoc quidem spatium medium ferme prehenderat inter observationes *Robervalli*, *Mersennique* de motu sonorum, et suas in porticu *Trin. Coll. Cantabrigiensis* institutas; semper enim theoriam ita contexuit, ut cum phænomenis consentiret, Naturam ipsam, ducem certissimum sequutus. Postea, per experimenta *Derbami*, aliorumque Physicorum certior factus

M. et N.

factus sonos 1142 pedes circiter eundo absolvere tempore præfato, calculum suum geometricum recudit in editione 2^{da}, Anno 1713, correctionesque ob crassitudinem particularum aeris, et vapores in aere latentes instituit, quo theoria cum phænomenis quadret.

(*Annot M. Vide p. 32.*)

HYBERNO tempore, manente pondere atmosphæræ, per frigus languescet vis aeris elastica; aer idcirco pressioni atmosphæræ incumbētis cedendo densabitur, donec restituatur vis elastica isti pressioni æquipollens. Data igitur vi elastica, retardabitur motus pulsuum in subduplicata ratione densitatis auctæ, per § 31. Et vicissim, æstivo tempore, aucta vi elastica per calorem, rarefcet aer donec restituatur elasticitas pressioni atmosphæræ æquipollens, ergo, &c.

(*Annot. N. Vide p. 35.*)

NEWTONUS *Optics*, p. 108. collatione facta, ita exponit naturam sonorum atque colorum. “ As sound
“ in a bell or musical string, or other sounding body, is no-
“ thing but a trembling motion; and in the air nothing but
“ that trembling motion propagated from the object; and in
S “ the

O.

“ the sensorium ’tis a sense of that motion under the form of
 “ sound : so colours in the object are nothing but a dispositi-
 “ on to reflect this or that sort of rays more copiously than
 “ the rest ; in the rays they are nothing but their dispositions
 “ to propagate this or that motion into the sensorium ; and
 “ in the sensorium they are sensations of those motions under
 “ the forms of colours.”

(*Annot. O. Vide p. 35.*)

SI campana in vase recipiente Antliæ Pneumaticæ inclu-
 datur, aere satis extracto notabiliter languescit campa-
 næ sonitus ; aere iterum admissio, restituitur ; aere novo in-
 jecto, valde intenditur. Per aerem rariorem enim pulsus
 debiliores, per densiorem fortiores ad parietes vasis propa-
 gantur, atque inde ad aerem ambientem. Vide *Hauksbee,*
Exper. p. 97, et Phil. Transf. No. 321.

Huc spectat observatio singularis, qua ex relatione *Pan-*
thoti Medici Galli, urinator aliquis cornu venatorium intra
 Campanam Urinatoriam secum sub aquis deportatum inflans,
 sonitu adeo vehementi obstupefactus est, ut vertigine cor-
 reptus, præceps ferme daretur. *Ode, Philos. Naturalis Princi-*
pia, p. 290. Aere incluso nimirum per pressionem aquarum
 incumbentium magnopere densato.

Annot. P.

(Annot. P. Vide p. 35.)

HOC loco referre libet observationem insignem *Davidis Frelichii*, ex *Varenii Geographia*, p. 249. “E montibus
 “Hungariæ primas tenet Carpathus, qua vulgata appellatione
 “nominatur omnis tractus Sarmaticorum montium, qui Hun-
 “garos a Ruthenis, Polonis, Moravis, Silesiis, et ea Austriæ
 “parte, quæ citra Danubium est, dirimunt.—Horum juga
 “nubes transcendentia asperitate et præcipitiis suis Alpes
 “Italicas, Helveticas, et Tirolenses longe superantia, fere
 “impervii sunt, et non nisi a Naturæ admiratoribus rarissime
 “petuntur.—Ego, (ut incidenter hæc recenseam,) mense
 “Junio, Anni Christi 1615, tum adolescens, sublimitatem
 “horum montium, cum duobus comitibus scholaribus experiri
 “volens, ubi, cum in primæ rupis vertice, magno labore, me
 “summum terminum affecutum esse putarem, demum sese
 “obtulit alia multo altior cautes; ubi per vasta, eaque
 “vacillantia saxa, (quorum unum si loco a viatore dimovetur,
 “et versus convallem dejicitur aut volvitur, aliquot centena,
 “decuplo majora secum rapit, et quidem tanto cum fragore,
 “ut illi metuendum sit, ne totus mons corruat eumque ob-
 “ruat) enixus essens, iterum alia sublimior prodiit: atque
 “ita aliquot minores vertices, quorum posteriores semper
 “anteriores altitudine superarunt, per totidem convalles,
 “summo vitæ periculo emetiri coactus sum donec ad supre-
 “mum cacumen penetraverim. Ex declivioribus montibus

P.

“ cum in subjectas valles vastis arboribus confitas prospex-
 “ issem, nil nisi obscuram noctem, aut cæruleum quid, in-
 “ star profundi aeris, quod vulgo cœlum sudum appellatur,
 “ observare potui, mihiq̃ue videbar, si de monte caderem,
 “ non in terram, sed recta in cœlum me prolapsurum. Nimia
 “ enim declivitate species visibiles extenuatæ et hebetatæ fu-
 “ erunt. Dum vero altiorem montem peterem, quasi intra
 “ nebulas densissimas hærebam. His eluctatis, post aliquot
 “ horarum intervallum, cum jam non procul a summo ver-
 “ tice essem, de sublimi quiescens prospexi atque animadverti
 “ iis in locis, ubi mihi antea videbar intra nebulas hæsisse,
 “ compactas atque albas sese movere nubes, supra quas per
 “ aliquot milliaria, et ultra terminos *Sepusi* commodus mihi
 “ prospectus patuit. Alias tamen etiam nubes altiores, alias
 “ item humiliores, nec non quasdam æqualiter a terra distantes
 “ vidi. Atque hinc tria intellexi: 1. me tum transivisse
 “ principium mediæ aeris regionis. 2. Distantiam nubium a
 “ terra non esse æqualem, sed pro ratione vaporis, alicubi
 “ altiorem, alibi humiliorem. 3. Distantiam nubium terris
 “ proximam, longe minorem esse quam quidam Physici statu-
 “ unt, et quidem non 72 miliar. *German.* sed tantum dimi-
 “ diatum miliar. *German.* In summum montis verticem cum
 “ pervenissem, adeo tranquillum et subtilem aerem ibi offendi,
 “ ut ne pili quidem motum sentirem, cum tamen in de-
 “ pressioribus montibus ventum vehementem expertus sim.
 “ Unde collegi summum cacumen istius montis Carpathici
 “ ad

P.

“ ad milliare *Germanicum* a radicibus suis .imis exsurgere, et
 “ ad supremam usque aeris regionem, ad quam venti non as-
 “ cendant pertingere.—— Explosi in ea summitate sclopetum,
 “ quod non majorem sonitum primo præ se tulit, quam si
 “ ligillum vel bacillum confregissem, post intervallum autem
 “ temporis, murmur prolixum invaluit, inferioresque montis
 “ partes, convalles et sylvas opplevit. Descendendo per nives
 “ annosas inter convalles, cum iterum sclopetum exonerarem,
 “ major et horribilior fragor, quam ex tormento capacissimo
 “ inde exoriebatur: hinc verebar ne totus mons concussus
 “ mecum corrueret: duravitque hic sonus per semiquadrantem
 “ horæ usque dum abstrusissimas cavernas penetraffet, ad quas
 “ aer undique multiplicatus resiliit. Et talia quidem objecta
 “ concava in summitate sese non illico offerebant, idcirco fere
 “ insensibiliter primum sonus repercutiebatur, donec descen-
 “ dendo antris et convallibus vicinior factus, ad eas fortius
 “ impegit.—In his quoque celsis montibus, plerunque vel
 “ media æstate ningit grandinatae, quoties nempe in subjecta
 “ et vicina planitie pluit; uti hoc ipsum etiam expertus
 “ sum. Nives diversorum annorum ex colore et cortice du-
 “ riore dignosci possunt.” Cæterum ex observationibus
Peruvianis, *Ætneis*, aliisque constat, summitates montium
 celsissimorum ventis quandoque vehementissimis nequaquam
 vacare, contra *Frelichii* sententiam.

Exploso in summitate *Ætnæ* sclopeto, pariter sonum remitti
 expertus est *Brydone*. Vide *Tour through Sicily and Malta. loc. cit.*

Refragari

P.

Refragari videntur observationes *Bouguer* et *Condamine* in
 summitate *Pitchinca*. *Voyages au Perou*, p. 41. “ Nous étions
 “ déjà montés une autrefois *M. de la Condamine* & moi sur ce
 “ même sommet : mais nous n’y allions alors que pour exa-
 “ miner le post, & nous descendîmes sur le champ. Nous
 “ fûmes surpris en haut par un orage. Le vent n’avoit pas
 “ de direction fixe ; il nous frapoit presque dans le même
 “ tems de differens côtés. Le tonnerre lança horisontale-
 “ ment contre nous des grains de grêle & ne se fit guere
 “ plus entendre qu’une amorce de fusil ; ce qui nous fit
 “ croire que sur les montagnes les plus élevées, il ne faisoit
 “ jamais plus de bruit. Nous eumes tout le loisir pendant
 “ notre station de trois semaines de reformer ce premier ju-
 “ gement ; & nous nous sommes vûs une infinité de fois
 “ depuis sur d’autres montagnes, ou nous entendions des
 “ roulemens terribles, qui quelquefois se faisoient sur nos
 “ têtes & d’autres fois au-dessous de nous. Il ne faut pas
 “ douter qu’il n’y ait des coups de tonnerre qui sont extrê-
 “ mement foibles : tels sont peut-être tous ces éclairs qui ne
 “ sont suivis d’aucun bruit. On ne les entend pas d’en bas :
 “ ce sont des coups heureusement perdus ; ce qui peut venir
 “ de plusieurs causes, & souvent aussi de ce qu’on en est
 “ trop éloigné. Dans l’occasion dont je parle, nous nous
 “ trouvâmes, pour ainsi dire, dans le foyer même de l’orage ;
 “ mais apparemment que les matieres inflammables s’y ras-
 “ semblerent en trop petite quantité.” *Fragores intensiores*
 igitur

Q

igitur ex abundantia materiæ inflammabilis cieri possint. Porro, aures commorantium in his verticibus solito acutiores evadere ad strepitus capiendos per altum harum regionum aerearum silentium, suspicari licet.

Annot. Q. Vide p. 43.

RATIO experimentorum velocitati sonorum mensurandæ inservientium, ex ingenti lucis velocitate petitur; quippe quæ maximas distantias quibus sonorum motum definire possumus, in instanti quasi absolvit. E longinquo igitur, dislosionibus tormenti, sclopi, &c. vel alio quocunque modo, cieatur sonus, et notetur temporis intervallum inter fulgorem e longinquo visum adventumque fragoris; per hoc tempus dividatur spatium interjectum inter stationem ubi ciebatur sonus et observatorem; quotus dabit velocitatem quacum promovetur sonus.

Annot. Q. Vide p. 50.

QUUM magna solertia exquirat *Sauveur* numerum vibrationum fistulæ organicæ dato tempore peractarum; methodum ejus breviter proponere, ex *Histor. Acad. Scient. An. 1700.* visum est.

1. Sumantur duæ chordæ musicæ, ex eadem materia conflatae,

Q.

tæ, et si crassitie, longitudine et tensione inter se congruant, erunt unisonæ. Variante longitudine chordarum, cæteris manentibus, acutiorem edet sonum brevior, graviorem longior. Sint longitudines in ratione 1 ad 2, octavam referent chordæ; in ratione 2 ad 3, quintam; in ratione 3 ad 4, quartam; in ratione 4 ad 5, tertiam majorem; et sic deinceps. Quo magis vero ad æqualitatem accedant longitudines chordarum, eo unisonis propiores evadent. Ut si longitudines sint in ratione 929 ad 930, vel 1000 ad 1001, unisonæ evadent chordæ; quantum sensus, tenuia sonorum discrimina vix callens, judicare potest. Sed demonstratur tempora vibrationum chordarum musicarum esse in ratione longitudinum, cæteris manentibus; ergo, numerus vibrationum dato tempore peractarum erunt in ratione longitudinum reciproce.

Hinc chordarum longitudine æqualium semper coibunt vibrationes correspondentes; chordarum vero longitudine inæqualium, aliquando tantum coincident vibrationes; et quo magis ad æqualitatem tendant longitudines chordarum, eo rarius coincident vibrationes. Ex. gr. sint longitudines chordarum in ratione 1 ad 2, absolutis binis vibrationibus brevioris et una longioris simul recurrere incipient; sin vero in ratione 24 ad 25, non nisi singulis vicesimis quintis vibrationibus brevioris finitis, in eadem temporis puncta incident initia vibrationum. Et si longitudines ad æqualitatem continuo accedant, in magnitudinem excrescent numeri longitudines

Q.

gitudines relativas designantes, atque eo rariores evadent concursus vibrationum correspondentium.

2. IN genere, cum vero simile fit quod omnia corpora unisona vibrationes synchronas edant, et vice versa; cognito numero vibrationum unius corporis sonori dato tempore peractarum, innotescet numerus vibrationum alterius corporis eundem sonum referentis eodem tempore.

3. His præfatis,prehendit *Sauveur*, quod resonantibus duabus fistulis organicis ferme unisonis, et quarum idcirco rariores prodierunt concursus vibrationum correspondentium, certa fuere temporis puncta quibus intensior et vividior est factus sonus harum communis; itemque, quod æqualia intercesserunt intervalla temporis inter successivos recursus soni intensioris. Hæc intervalla temporis ope penduli ad minuta secunda oscillantis accurate dimensus est. Sed duarum chordarum musicarum, sonos harum fistularum respective edentium, numerus relativus vibrationum singulis hisce temporis intervallis peractarum, erit reciproce in ratione longitudinum. Cognitis igitur longitudinibus chordarum, innotescet numerus vibrationum utriusque chordæ, et proinde utriusque fistulæ, singulis hisce temporis intervallis: atque ideo numerus vibrationum tempore unius minuti secundi. Sonum fistulæ centies recurrentis tempore unius minuti secundi, *fixum* statuit *Sauveur*.

* * *

Motum sonorum reflexorum æquabilem in dubium vocare videtur *Echo inusitata quædam et mirabilis*, quam per literas mihi nuperrime, cum hæc a Typothetis ferme essent disposita, exposuit amicus cui fides habeatur dignissimus, Reverendus PHILIPPUS SKELTON. Ipsius verba hæc sunt,

“ *Lisburnum* in comitatu *Antrim* oppidum supra dorsum collis
 “ non admodum elevati, binis domuum lateritiarum ordi-
 “ nibus ab oriente erga occidentem porrectarum instruitur.
 “ Inter hos, media parte circiter totius tractus, intercedit ter-
 “ tius ædificiorum ordo, hisce multo brevior. E regione col-
 “ lis hujus, alter paululum editior, priori parallelus et sep-
 “ tentrionem versus, producitur. Est locus plagâ clivi pos-
 “ terioris meridionali, unde ad angulos rectos conspicere est
 “ proximum ædium antedictarum ordinem, qui tamen a se-
 “ cundo, et tertio pone positus prohibet oculos. Si ex hoc loco,
 “ ore in oppidum verso, alta et distincta voce versiculum de-
 “ cem aut etiam plurium syllabarum proclamaveris, dummo-
 “ do aeris adsit tranquillitas, omnes istæ syllabæ, tempore ad
 “ distantiam accommodato, et ut solet, tuo ipsius tono, or-
 “ dine articulado, ad aurem, te interim tacente et ausculante
 “ referentur. Paulo post, iterata loquela ex ædium secunda
 “ ferie incipiet, et omnes secundò articulatim reclamabit;
 “ sed plusquam duplo temporis intervallo a prima syllaba ad
 “ ultimam, et quasi cunctabunda. His binis percussioni-
 “ bus

“ bus finitis, Echo utpote hic quam alibi loquacior, longe
 “ prolixiore et aliquantulum submissiore sono, et ut ita
 “ dicam, affectato, ex tertio ædium pariete, omnibus iisdem
 “ syllabis tibi tertio respondebit.”

“ N. B. Nil restat, nisi te certiores facere, primum murum
 “ a secundo circiter septuaginta aut octoginta pedes, et se-
 “ cundum a tertio, forsitan duplo distare.”

F I N I S.



